09 Bibl. Mont

Der astronomische Jugendfreund

oder

faßliche und unterhaltende Darstellung

der

Sternkunde

für die Jugend u. Gebildete

beyderley Geschlechts;

von D. J. H. M. Poppe,

Hofrath und ordentl. Professor

zu Tübingen.

Dritter Theil

TÜBINGEN,

bey C. F. Osiander.

1822.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Inhalt

des dritten Theils.

Seite

Erstes Kapitel. Die Fixsterne im Allgemeinen . 3

Zweites Kapitel. Die Sternbilder des Thierkreises insbesondere 19

Drittes Kapitel. Die nördlichen Sternbilder oder die Gestirne disseits des Thierkreises . 47

Viertes Kapitel. Die südlichen Sternbilder oder die Gestirne jenseits des Thierkreises . 80

Fünftes Kapitel. Die doppelten und die mehrfachen Sterne und die Nebelsterne . . . 97

Sechstes Kapitel. Die verschwundenen Sterne, die neuen Sterne und die veränderlichen Sterne oder Wundersterne 104

Siebentes Kapitel. Die Ordnung des Fixsternen-Heers 110

Achtes Kapitel. Die Abirrung des Lichts . 132

Neuntes Kapitel. Die astronomische Strahlenbrechung 138

Zehntes Kapitel. Die Parallaxe . . . 148

Eilftes Kapitel. Die Schiefe der Ecliptik 158

Zwölftes Kapitel. Das Vorrücken der Nachtgleichen 165

Dreizehntes Kapitel. Die Gesetze des Umlaufs der Himmelskörper 173

Inhalt.

	Seite
Vierzehntes Kapitel. Von der Zeitmessung im Allgemeinen	189
Fünfzehntes Kapitel. Die älteste Art, den Tag einzutheilen, und die Sonnenuhren .	199
Sechszehntes Kapitel. Die Wasseruhren und die Sanduhren	207
Siebenzehntes Kapitel. Die Räderuhren im Allgemeinen, besonders in astronomischer Hinsicht	212
Achtzehntes Kapitel. Die Compensationspendel für die astronomischen Uhren . .	224
Neunzehntes Kapitel. Erfordernisse an astronomischen Uhren überhaupt . . .	230
Zwanzigstes Kapitel. Höhenmessungen der Sonne und Culminationen der Fixsterne zur Zeitbestimmung	236
Ein und zwanzigstes Kapitel. Die Planetenmaschinen und andere künstliche astronomische Uhrwerke	248
Zwei und zwanzigstes Kapitel. Die Winkelmesser der Astronomen insbesondere . .	258
Drei und zwanzigstes Kapitel. Die astronomischen Sehröhre	270
Vier und zwanzigstes Kapitel. Noch einige besondere Bemerkungen beim Gebrauch der Fernröhre	312

Der
astronomische Jugendfreund.

Dritter Theil.

Erstes Kapitel.

Die Fixsterne im Allgemeinen.

Daß die Fixsterne (Th. I. S. 8.) am Himmel in gewisse Gruppen, in Sternbilder, oder Gestirne, geordnet und, ihrer scheinbaren Größe nach, gewöhnlich in sieben Ordnungen eingetheilt werden, wissen wir bereits. Schon die alten Chaldäer, Babylonier und Aegyptier hatten die Sternbilder als ein bequemes Hülfsmittel eingeführt, in der Stellung mehrerer nicht weit von einander stehender zusammengezählter Sterne sich gewisse menschliche, thierische und andere Gestalten, meistens zum Andenken an gewisse, wahre oder fabelhafte, Begebenheiten vorzustellen. Nachher aber verstrichen viele Jahrhunderte, ehe man wieder eine Zählung der, gewissen Bil-

dern einverleibten Sterne am Himmel vornahm. Ohngefähr 150 Jahre vor Christi Geburt entwarf Hipparch ein Fixsternen-Verzeichniß aus 1022 Sternen bestehend und in acht und vierzig Sternbildern geordnet. Der berühmte ägyptische Astronom Ptolemäus hat dieses Verzeichniß in einem astronomischen Werke aufbewahrt, das den Titel Almagest führt.

Dieses Fixstern-Verzeichniß ist in der Folge von Tycho de Brahe, Kepler, Ricciolus, Halley, Hevel und Flamstead mehr vervollständigt und verbessert worden. So brachte Hevel am Ende des siebzehnten Jahrhunderts 1870, und Flamstead zu Anfange des achtzehnten Jahrhunderts 2919 Sterne zusammen. Die Verzeichnisse der neuesten Astronomen, z. B. des Mayer, Bradley, de la Caille, Bode, Lalande, Cagnioli, Piazzi, de Lambre, Zach und Harding fielen noch reichhaltiger und genauer aus.

Die Kenntniß der Sterne am Himmel macht einen eigenen Zweig der astronomischen Wissenschaft aus, welcher Astrognosie genannt wird.

Ausser den zwölf Sternbildern des Thierkreises (Th. I. S. 100 f.) befanden sich unter den 48 Sternbildern der Alten 21 nördliche über dem Thierkreise und 15 südliche unter dem Thierkreise. Jene ein und zwanzig nördliche Sternbilder waren:

Die Caßiopeja, die Andromeda, der nördliche Triangel, der Perseus mit dem Medusen-Kopfe, der Fuhrmann, der große Bär, der nördliche Drache, der Bootes oder Bärenhüter, die nördliche Krone, der kleine Bär, der Herkules, die Schlange des Ophiuchus, der Ophiuchus oder Schlangenträger, der Geyer mit der Leyer, der fliegende Adler, der Pfeil, der Schwan, der Delphin, das kleine

Pferd, der Pegasus oder das Musenpferd, der Cepheus.

Die funfzehn südlichen Sternbilder waren:

Der Wallfisch, der Eridianfluß, der Orion, der Haase, der große Hund, der kleine Hund, das Schiff Argo, die große Wasserschlange, der Becher, der Rabe, der Centaur, der Wolf, der Altar, die südliche Krone und der südliche Fisch.

Schon vor mehr als 200 Jahren setzten geschickte Seefahrer noch folgende zwölf Sternbilder an den südlichen Himmel:

Die amerikanische Gans, der Phönix, die Wasserschlange, den Schwerdtfisch (Dorado), den fliegenden Fisch, das Chameleon, die Fliege, den Paradiesvogel, den südlichen Triangel, den Pfau, den Indianer und den Kranich.

Tycho de Brahe bereicherte die nördlichen Sternbilder mit dem Antinous und dem Haupthaar der Berenice. An den südlichen Himmel kamen einige Zeit darauf noch: die Eiche Karls des Zweiten, die Taube, das Kreuz, die große und die kleine Wolke.

Hevel brachte noch an den Himmel: das Sobieskische Schild, den Monoceros oder das Einhorn, das Kameloпard, den Uranischen Sextant, die Jagdhunde, den kleinen Löwen, den Lynx (Luchs oder das Tigerthier), den Fuchs mit der Gans, die Eidexe, den kleinen Triangel, den Cerberus oder die dreiköpfige Schlange.

De la Caille suchte durch folgende an den südlichen Himmel gesetzte Sternbilder das Andenken mancher wichtiger neuern Erfindungen zu erhalten: die Bildhauerwerkstatt, der chemische Ofen, die Pendeluhr, das rhomboidische Netz, die

Grabstichel, die Staffelei, der See-Kompaß, die Luftpumpe, der Seeoctant (nahe am Südpol), das Linial und Winkelmaaß, das Fernrohr, das Mikroskop, der Tafelberg.

Ausserdem giebt es noch folgende, theils veränderte, theils neu eingeführte Sternbilder: die französische Lilie, beim Widder; den Berg Menelaus, unter dem Bootes; das Herz Carls des Zweiten, am Halsbande der Jagdhunde; das Rennthier, nahe am Nordpol; den Einsiedler (ein indianischer Vogel) bei der Waage; den königlichen Stier von Poniatowsky, beim Ophiuchus; den Custos Messium (dem berühmten Franzosen Messier zu Ehren) beim Rennthier; den Brandenburgischen Scepter, beim Eridanus; die Friedrichsehre (dem großen Preussen-König Friedrich zu Ehren) über dem Pegasus; ferner: die königliche Eiche, die sächsischen Kurschwerdter,

den Georgenpsalter, das große und kleine Herschelsche Teleskop u. s. w.

Nur wenige einzelne Sterne in den Sternbildern haben eigene (meistens arabische) Namen bekommen. Diese wenigen Sterne, meistens erster und zweiter Größe, einige aber auch dritter, und nur einer vierter Größe, sind folgende:

1. Achernar, ein Stern 1ter Größe im Flusse Eridanus.

2. Alamak, ein Stern 2ter Größe am Fuße der Andromeda.

3. Albireo, ein Stern 3ter Größe am Schnabel des Schwans.

4. Aldebaran, das südliche Auge des Stiers, ein Stern 1ter Größe, mit welchem vier andere Sterne die Figur einer V bilden. Man nennt sie die Hyaden. — Auch sieht man im Stier das Siebengestirn (die Pleiaden oder die Glucke), einen Haufen kleiner Sterne, wovon der hellste Alcyone heißt.

5. Alderamin, ein Stern 3ter Größe an der Schulter des Cepheus.

6. Algenib, ein Stern 2ter Größe an der Seite des Perseus.

7. Algenib, Markab, und Scheat, drei Sterne 2ter Größe im Pegasus.

8. Algol, ein Stern 2ter Größe am Medusenhaupte.

9. Alhajoth oder Capella, der helle Stern 1ter Größe am Rücken des Fuhrmanns.

10. Alioth, der letzte Stern 2ter Größe am Schwanze des großen Bären, nach der Brust zu.

11. Alkor, der kleine Stern über dem mittlern am Schwanze des großen Bären.

12. Alphard oder das Herz der großen Wasserschlange, ein Stern 1ter Größe.

13. Antares, oder das Herz des Skorpions, ein Stern 1ter Größe.

14. Arctur, ein Stern 1ter Größe an den Füßen des Bootes.

15. Atair, ein Stern 1ter Größe am Halse des Adlers.

16. Azimech, Spika oder Kornähre, ein Stern 1ter Größe in der Jungfrau.

17. Bellatrix, ein Stern 2ter Größe an der westlichen Schulter des Orions.

18. Benatsch, der äusserste Stern 2ter Größe am Schwanze des großen Bären.

19. Beteigeuze, ein Stern 1ter Größe an der östlichen Schulter des Orions.

20. Canopus, ein Stern 1ter Größe am Steuerruder des Schiffs. Bei uns geht er nicht auf.

21. Castor und Pollux, Sterne 2ter Größe an den Köpfen der Zwillinge.

22. Deneb, ein Stern 2ter Größe am Schwanze des Schwans.

23. Denneb-Kaitos, ein Stern 2ter Größe am Schwanze des Wallfisches.

24. Dubhe, ein Stern 2ter Größe im großen Bären.

25. Enif, ein Stern 3ter Größe, an der Nase des Musenpferdes.

26. Esel, und zwar der nördliche und südliche Esel, kleine Sterne bei der Krippe, einem Sternhaufen im Krebs.

27. Fomahand, ein Stern 1ter Größe am Maule des südlichen Fisches.

28. Gemma, der hellste Stern, 2ter Größe, in der nördlichen Krone.

29. Isis, ein Stern 3ter Größe am Ohr des großen Hundes.

30. Menkar, ein Stern 2ter Größe am Schwanze des Wallfisches.

31. Mesarthim, ein Stern 4ter Größe am Ohr des Widders.

32. Mirach, ein Stern 2ter Größe am Gürtel der Andromeda.

33. Mirak, ein Stern 3ter Größe am Gürtel des Bootes.

34. Mizar, der mittlere Stern 2ter Größe am Schwanze des großen Bären.

35. Nebolassid oder Denebola,

ein heller Stern 2ter Größe hinten am Schwanze des Löwen.

36. Polarstern, auch Kynosura genannt, der letzte Stern, 2ter Größe, am Schwanze des kleinen Bären. Er steht dem Nordpole am nächsten.

37. Procyon, ein Stern 1ter Größe im kleinen Hunde.

38. Regulus, königlicher Stern, Löwenherz, das Herz des Löwen, ein Stern 1ter Größe.

39. Rigel, am Fuße, und drei Sterne 2ter Größe, der Jakobsstab, am Gürtel des Orions.

40. Scheat, ein Stern 3ter Größe am Schenkel des Wassermanns.

41. Schedir, ein Stern 3ter Größe auf der Brust der Caßiopeja.

42. Sirius oder der Hundsstern, ein Stern 1ter Größe am Maule des großen Hundes, der hellste Fixstern am ganzen Himmel.

43. Spika, Aehre oder Aehrenbü-

schel, ein Stern 1ter Größe in der Jungfrau.

44. Vindemiatrix, Weinlese-Stern, ein Stern 3ter Größe an dem nördlichen Flügel der Jungfrau.

45. Der große Wagen, sieben bekannte Sterne, meistens 2ter Größe, im großen Bären.

46. Wega, der helle Stern 1ter Größe in der Leyer.

Ausserdem giebt es noch mehrere einzelne Fixsterne, die man mit griechischen Buchstaben bezeichnet.

Hülfsmittel zur Astrognosie oder zur Kenntniß der Sterne und Sternbilder sind die künstlichen Himmelskugeln (oder Himmelsgloben), die Himmelsatlasse und Himmelscharten oder Sterncharten (besonders die Flamsteadschen, Bodeschen und Hardingschen), die Hohlkugel, auf deren innerer Fläche die Sterne abgebildet sind, die Sternkegel, oder sehr flache

Kegel, auf deren innerer Höhlung die Sterne sich befinden, und die Planisphären, welche die gestirnte Himmelskugel nach ihrer nördlichen und südlichen Hälfte in zwei platte Scheiben einschließen.

Ein Himmelsglobus, besonders ein großer Himmelsglobus, worauf die Sterne der ganzen, nördlichen und südlichen Himmelskugel möglichst vollständig und in derselben Ordnung, wie am Himmel, genau aufgetragen sind, giebt zur Kenntniß der Sterne ein sehr gutes Erleichterungsmittel ab. Man braucht nur ein Sternbild am Himmel zu kennen (z. B. den großen Bären, oder den kleinen Bären mit dem Polarstern, oder irgend ein anderes), so kann man, vermöge des Globus, leicht alle übrigen Sternbilder des Himmels, nach der Ordnung, wie eins immer an das andere gränzt, kennen lernen. Stellt man den Globus nach der Polhöhe irgend eines Orts, und dreht ihn um seine Axe, so übersieht man alle diejenigen Sterne, wel-

che an diesem Orte über den Horizont kommen, also auf- und untergehen, so wie diejenigen, welche daselbst stets unter dem Horizonte bleiben, folglich nicht auf- und nicht untergehen.

Die Hohlkugeln und Sternkegel sind (besonders wenn sich die Sterne daran weiß auf schwarzem Grunde verzeichnet finden) in so fern noch bequemer, weil man bei ihnen die Sterne eben so in einer Höhlung erblickt, welche den Himmel bedeutet, wie man die Sterne am wirklichen Himmelsgewölbe sieht. Noch natürlicher stellen solche Hohlkugeln und Kegel den gestirnten Himmel vor, wenn die Sterne durch das undurchsichtige Papier, oder die undurchsichtige Pappe, woraus sie bestehen, hindurchgestochen sind. So sieht man wirklich helle glänzende Sterne, wenn man die Kugeln oder Kegel über sich gegen das Licht hält.

Es ist in Hinsicht der Menge der Sterne, welche man in einem Sternbilde

und

und am reinen, nicht durch Mondschein geblendeten, nächtlichen Himmel überhaupt erblickt, ein großer Unterschied, ob ein kurzsichtiges Auge, oder ein scharf sehendes Auge, oder ein mit einem mittelmäßigen, oder ein mit einem stark vergrößernden Fernrohre bewaffnetes Auge gegen den Himmel gerichtet wird. Ein gutes Auge erblickt in einem und demselben Raume oft vier, fünf, sechsmal ꝛc. mehr Sterne, als ein kurzsichtiges, ein mit einem guten Fernrohre bewaffnetes Auge wohl zehn, zwölf, funfzehnmal ꝛc. mehr, als ein bloßes scharf sehendes Auge.

Betrachtet man den Himmel mit bloßen Augen, so unterscheidet man gewöhnlich nur die Sterne der vier ersten Größen; von allen übrigen sieht man nichts. Erst durch gute Fernröhre werden auch die kleinern oder weniger hellen sichtbar. Augen, die nicht gar scharf sehen, nehmen z. B. in dem Sternbilde des Widders nur sieben Sterne wahr; andere scharf sehende Augen erblicken deren wohl

sieben und zwanzig; mit guten Fernröhren aber sieht man wenigstens sechs und sechszig Sterne in diesem Sternbilde.

Von den Fixsternen der 1ten bis 7ten Größe sind diejenigen Sternhaufen verschieden, welche wegen ihres milchweißen Lichts und wegen ihrer breiten straßenähnlichen Gestalt am Himmel, Milchstraße genannt werden. Unzählich viele kleine Sterne erblickt man durch gute Fernröhre in diesen Sternhaufen. Von ihnen, so wie von den Nebelflecken, Nebelsternen und Wundersternen am Himmel, wird noch besonders die Rede seyn.

Zweites Kapitel.

Die Sternbilder des Thierkreises insbesondere.

Wenn die Luft am Abend der ersten März-Tage hell und klar ist, so richte man einmal den Blick gen Himmel, um die Sternbilder des Thierkreises (Th. I. S. 100 f.) kennen zu lernen. Zuerst sehe man nach Westnordwest hin, wobei man einen Kompaß (Th. I. S. 89.) zu Hülfe nehmen kann. Man wird dann in dieser Himmelsgegend, ziemlich nahe am Horizonte, das Sternbild des Widders erblicken.

Weiter hinauf sieht man den Stier und beinahe mitten am Himmel, etwas gegen Süden hin, die Zwillinge. Oestlicher er-

blickt man den Krebs, und noch weiter nach Osten hin den Löwen.

Stellt man die Himmels-Beobachtungen, ebenfalls in den ersten Tagen des Märzes, am Morgen vor der Dämmerung (zwischen 4 bis 5 Uhr) an, so sieht man, ziemlich nahe am Horizonte, in Südwesten die hellern Sterne der Jungfrau, etwas weiter nach Süden die Waage, und ganz im Süden den Skorpion. Nie erscheinen diese Sterngruppen so hoch am Himmel, als die vorhin genannten.

Betrachtet man den Himmel zu Ende des Junius um die Mitternachtszeit, so erblickt man gerade im Süden, ganz tief am Horizonte, den Schützen. Etwas weiter nach Osten, aber auch ganz nahe am Horizonte, stehen die kleinen Sterne des Steinbocks; und noch weiter östlich, doch schon etwas höher herauf, befinden sich die kleinen Sterne des Wassermanns. In dem östlichen Theile des Himmels sieht man endlich auch die

Sterne der Fische. Diese sind so klein, daß man sie kaum mit bloßen Augen erkennt.

In einer heitern Winternacht kann man mit bloßen Augen nur sieben Sterne des Widders, A Fig. 1. Taf. I., gut unterscheiden, und zwar einen von der zweiten, einen von der dritten, und die übrigen von der vierten Größe. Am besten sieht man dieses Sternbild im Januar, Abends von 7 bis 8 Uhr, weil es da mitten zwischen Osten und Westen sehr hoch am Himmel steht. Der Stern von der zweiten Größe befindet sich an der Stirn des Widderbildes. Der Stern dritter Größe steht von diesem etwas südwestlich ab; er stellt gleichsam das Ende des westlichen Widderhorns vor. An diesen beiden, ziemlich nahe beisammen stehenden Sternen, welche eine mittlere Klarheit besitzen, kann man das Widder-Gestirn leicht erkennen und von andern Sternbildern unterscheiden. Die meisten übrigen Sterne des Widders befinden sich am Hintertheile dieses Sternbildes. Aber einen da-

von, und zwar den Mesarthim, sieht man am Ohre, gleich unter demjenigen Sterne, der sich am Ende des westlichen Horns befindet. Durch gute Fernröhre bemerkt man, daß dieser Stern doppelt erscheint, oder vielmehr, daß an dieser Stelle eigentlich zwei Sterne zu sehen sind.

Die Alten haben diese Sterngruppe übrigens deswegen zu einem Widder gebildet, weil im hohen Alterthume die Lammzeit herannahte, wenn dieses Gestirn kurz vor Sonnen-Aufgange in der Morgendämmerung erschien.

Der Stier, B Fig. 1. Taf. I., ist bei heiterm Himmel mitten im Januar, Abends um 8 Uhr am besten zu sehen. Alsdann bemerkt man dieses Sternbild sehr hoch am Himmel, und zwar gleich neben dem Widder gen Osten hin. Auf Globen und Sterncharten bildet man den Stier gewöhnlich nur mit seinem Kopfe, nebst Nacken, Brust und Vorderfüßen, gleichsam aus einer Wolke steigend, ab.

Mit guten Fernröhren nimmt man in

diesem Sternbilde wohl einige hundert Sterne wahr. Mit bloßen Augen sieht man nur funfzehn ganz deutlich, nämlich einen von der ersten, einen von der zweiten, drei von der dritten, und zehn von der vierten Größe. Leicht ist diese schöne Sterngruppe von andern Sternen zu unterscheiden. Schon an den sogenannten Regensternen oder Hyaden, fünf Sterne, welche wie eine V zusammen stehen, kann man sie erkennen. Diese befinden sich vorn am Kopfe des Sternbildes. Derjenige unter ihnen, welcher Aldebaran (herrschender Stern) heißt und ein Stern erster Größe ist, zeichnet sich durch ein gelbroth glänzendes Licht aus. Man nennt ihn auch Ochsenauge, weil er am untern oder südlichen Auge dieses Sternbildes sich befindet; ferner Palilicium, weil er vor Alters jährlich den 20sten April (wo die römischen Hirten ihre Palilia, oder das Fest ihrer Schutzgöttinn Pales, feyerten), in der Morgendämmerung vor der Sonne hergieng.

Ganz nahe an dem Aldebaran stehen die vier übrigen Sterne der Hyaden; zwei davon gehören zur dritten, zwei zur vierten Größe. Hyaden sind sie alle fünf von den Griechen genannt, weil sie in alten Zeiten jährlich die bevorstehenden Regenwetter ankündigten, wenn sie in der Morgendämmerung erschienen.

Auch an dem bekannten Siebengestirn, den Plejaden, ist das Sternbild des Stiers leicht zu erkennen. Das Siebengestirn ist ein kleines Häufchen von Sternen, am Nacken des Stiers. Nicht gut sind die Sterne dieses Häufchens von einander zu unterscheiden. Nur wer scharf in die Ferne sieht, erblickt deren mit bloßen Augen sieben, zuweilen auch nur sechs; einer derselben gehört zur vierten Größe. Die Bauern in Deutschland und Frankreich nennen diesen hellern Stern die Glückhenne; die sechs kleinern stellen ihnen gleichsam die Küchelchen vor, welche die Alte unter ihre Flügel versammelt hat. Den grie-

chischen Namen Pleiaden führen sie, weil pleo (πλεω) im Griechischen so viel heißt als, ich schiffe. Denn bei den Griechen nahm die Schifffahrt jährlich ihren Anfang, wenn ihnen diese Sterne in der Morgendämmerung erschienen. — In der Bibel spricht schon Hiob von den Siebensternen.

Betrachtet man die Plejaden durch ein mittelmäßiges Fernrohr, so wächst dieses Sternhäufchen wohl zu vierzig Sternen an, die alle sehr deutlich erscheinen, obgleich sie enge beisammen stehen. Jene sieben sind freilich die hellsten darunter. Durch ein sehr gutes Fernrohr sieht man noch viel mehr.

Die Sterne der zweiten Größe im Stiere nehmen die Spitze seines obern oder nördlichen Horns ein, welches bis in den Fuß des Fuhrmanns reicht. An der Spitze seines untern oder südlichen Horns steht ein Stern dritter Größe. Die Sterne vierter Größe befinden sich theils unter den Hyaden und Ple-

jaden, theils an der Brust und an den beiden vordern Füßen des Ochsen-Gestirns.

Folgende bekannte Fabel der griechischen Dichter soll zur Bezeichnung dieses Sternbildes als Stier Veranlassung gegeben haben. Gott Jupiter hatte sich einst in einen prächtigen weißen Stier verwandelt, und sich als solcher, um die ausserordentlich schöne Europa, Tochter des Phönizischen Königs, zu entführen, unter die Heerde des letztern gemischt, während Europa in der Nähe dieser Heerde spazieren gieng. Europa konnte es nicht unterlassen, sich auf den schönen Stier zu setzen, und dieser gieng nun mit ihr über das Meer nach Kreta davon. Zum Andenken dieser That soll Jupiter sich selbst als einen mit vielen weißen Sternen glänzenden Stier an den Himmel gesetzt haben.

Die Zwillinge, C Fig. 1. Taf. I., sieht man am besten im Februar, in der achten Stunde des Abends. Sie stehen dann, etwas nach Süden hin, ziemlich gerade über

unserm Haupte. Auf Globen und Sternchar-ten werden die Zwillinge als zwei mit ihren Armen sich haltende Jünglinge, Kastor und Pollux, abgebildet.

Recht gut lassen sich in diesem Sternbilde funfzehn Sterne unterscheiden, nämlich drei von der zweiten Größe, drei von der dritten, und neun von der vierten. Zwei Sterne von denjenigen der zweiten Größe stellen die beiden Köpfe der Jünglinge vor; an ihnen kann man das ganze Sternbild sehr leicht erkennen. Denn beide haben einen schönen, hellen Glanz und stehen so nahe beisammen, als keine andere eben so große am ganzen Himmel. Ohngefähr nur zehn Vollmondsbreiten scheinen sie von einander zu stehen, und zwar von Südosten nach Nordwesten hin. Kastor ist der obere, Pollux der untere. Ersterer erscheint durch gute Fernröhre doppelt, wie dies beim Mesarthim im Widder der Fall war.

Leicht kann man die Zwillinge daran er-

kennen, daß zwischen ihrer Sterngruppe und den Stierhörnern die Milchstraße hindurchgeht; sie streift an den Füßen der beiden Jünglinge vorbei. Uebrigens steht Kastor zur Rechten und Pollux zur Linken, d. h. jener folgt nach Osten hin dem Stier zuerst, dieser zuletzt.

Viel tiefer, als die eben genannten beiden Sterne sieht man im Februar, Abends um 8 Uhr, den dritten Stern der zweiten Größe. Denn von jenen angerechnet steht er südwestlich, und zwar am rechten Fuße des Kastors. An den andern Stellen desselben Bildes erblickt man die übrigen Sterne der dritten und vierten Größe. Ganz nahe vor dem linken Fuße des Kastors, in der Milchstraße, steht derjenige Stern vierter Größe, welcher Propus heißt. An dieser Stelle befindet sich die Sonne bei Sommersanfange.

Das Gestirn des Krebses sieht man am besten in der Mitte des März-Monats, Abends von 8 bis 9 Uhr. Es schließt an

die Zwillinge nach Osten hin an, nimmt aber am Himmel einen kleinern Raum ein, als die Zwillinge.

Helle Sterne enthält der Krebs gar nicht. Er hat nur zwei Sterne von der dritten Größe, ohngefähr fünf von der vierten. Die übrigen sind sehr klein, und kaum zu sehen. Wenn man weiß, daß die Sterne des Krebses den Raum zwischen den Zwillingen und einer Gruppe sehr hell glänzender Sterne (dem Löwen) einnehmen, so kann man sie auch leicht finden. Außerdem erkennt man den Krebs noch an einem besondern blaßen Scheine, von der Größe eines recht großen Sterns, der mitten am Rücken des Krebses sich befindet und Präsepe oder Krippe genannt wird. Dieser Schein besteht aus einem Häufchen sehr kleiner Sterne, die man mit bloßen Augen nicht einzeln unterscheiden kann, die aber, durch ein mittelmäßiges Teleskop betrachtet, eine Zahl von dreissig ausmachen.

Wirklich hat dieses Sternhäufchen viele Aehnlichkeit mit dem Siebengestirn im Stiere.

Nahe bei der Krippe, nach Osten hin, stehen die beiden vorhin erwähnten Sterne dritter Größe. Der eine steht etwas höher, der andere etwas niedriger, als die Krippe. Der eine dieser beiden Sterne ist der nördliche, der andere der südliche kleine Esel. — Scheeren, Füße und Schwanz des Krebses sind mit lauter sehr kleinen Sternen besetzt.

Bei den Aegyptiern stellte dieses Gestirn einen Ibiskopf mit einem Krebsschwanze vor, und davon ist auch das Zeichen des Krebses ♋ hergenommen. Die Tage nehmen wieder ab, wenn die Sonne in das Zeichen des Krebses getreten ist; der Sommer geht dann gleichsam wieder den Krebsgang. Nach der Meinung der griechischen Fabeldichter war der Himmels-Krebs derjenige, welcher mit seinen Scheeren den Herkules in die Füße

zwickte, als er eben die vielköpfige große Wasserschlange tödten wollte.

Dem Krebse zunächst, nach Osten hin, paradirt der Löwe, ein großes prächtiges Gestirn, welches man im März-Monat, Abends 10 Uhr, am besten sieht, weil es dann am höchsten steht. Zwei und zwanzig Sterne desselben kann man recht gut wahrnehmen; einer hiervon gehört zur ersten Größe; zwei gehören zur zweiten, fünf zur dritten und vierzehn zur vierten. Der Stern erster Größe, an der Brust des Bildes, heißt Löwenherz, auch königlicher Stern oder Regulus, weil er so ungemein hell glänzt.

Ohngefähr vierzehn Vollmonds-Breiten von dem Regulus, fast gerade nach Norden herauf, steht am Halse desselben Sternbildes der eine zur zweiten Größe gehörige Stern, welcher ebenfalls recht hell ist; und beinahe um den sechsten Theil der ganzen sichtbaren Halbkugel des Himmels, vom Löwenherz nach

Osten hin gerechnet, erblickt man den andern Stern zweiter Größe, welcher fast so hell glänzt, als ein Stern erster Größe. Dieser helle, ganz hinten am Schwanze des Löwenbildes befindliche Stern heißt Nebolassid oder Denebola. Vom Herzen nach Nordwesten hin, und zwar am Rachen des Löwen, steht ein Stern dritter Größe, welcher ziemlich gut in die Augen fällt. Die übrigen Sterne der dritten und vierten Größe bemerkt man an der Brust und an dem Rücken des Bildes.

In der That eignete sich ein Löwen-Bild trefflich zur Bezeichnung dieses schönen Gestirnes. Auf den Himmelscharten sieht man es gewöhnlich in der Gestalt eines solchen Löwens, der sich eben zum Fortspringen bereit gemacht hat, und seine Vorderfüße, nebst Kopf und Brust, nach Westen, den Hinterleib aber nach Osten hingekehrt hat.

Auf den Löwen folgt, nach Osten hin, die Jungfrau, welche gegen Ende des März-

Monats

Monats, Nachts um 12 Uhr, den höchsten Stand am Himmel hat und dann am besten zu sehen ist. So weit als Zwillinge und Krebs kommt dieses Sternbild nie nach unserm Scheitelpunkte herauf; auch nicht einmal so hoch, als Stier und Löwe. Es streicht viel tiefer von Süden nach Westen am Himmel hin.

Auf den Sterncharten wird dieses Gestirn in Gestalt einer großen Frau mit Flügeln und einem Kornbüschel in der linken Hand abgebildet. Deutlich sehen wir in demselben nur dreizehn Sterne, und zwar einen von der ersten Größe, sechs von der dritten und sechs von der vierten Größe. Der Stern erster Größe, welcher mit einem sehr weißen Lichte ungemein hell glänzt, wird Aehre, Aehrenbüschel oder Spica genannt. Von dem hellen Sterne im Schwanze des Löwen an gerechnet, steht er gegen Südosten hin; er ist also der erste sehr helle Stern unter denjenigen, welche, der Ordnung nach, auf den Löwen folgen.

Der oberste Stern dritter Größe befindet sich in dem nördlichen Flügel der Jungfrau. Er ist von dem hellen Sterne im Schwanze des Löwen ziemlich weit, und fast gerade nach Osten hin, entfernt. Man nennt ihn Vindemiatrix oder Stern der Weinlese, weil er vor Alters kurz vor Aufgange der Sonne in der Morgendämmerung erschien, wenn die Weinlese ihren Anfang nahm. Von diesem Sterne fast gerade nach Süden hinab, und nur ein wenig westlich, stehen drei andere Sterne von derselben Größe. Diese sind nicht weit von einander entfernt; sie bilden ein schief liegendes Dreieck. Nahe bei einem derselben, und zwar bei demjenigen, welcher der letzte nach Westen zu ist, befindet sich die Stelle am Himmel, wo die Sonne am Tage der Herbst-Nachtgleiche vorbei geht.

Als Merkmal der Erndte stellte die Jungfrau, welche von den Aegyptiern Isis, von den Griechen Ceres genannt wurde, eine junge Schnitterin mit dem Kornbüschel in der

Hand vor. Indessen hat man ihr in der Folge noch manche andere Bedeutung gegeben.

Die Waage erhebt sich im April um 10 Uhr Abends in Südosten über den Horizont und geht, von Osten nach Westen gerechnet, ohngefähr um den sechsten Theil des Himmels hinter der Aehre der Jungfrau einher. In demselben Monate sieht man sie bald nach Mitternacht auf ihrer höchsten Stelle am Himmel, obgleich sie lange nicht die Höhe des Löwens und des Stiers erreicht.

Am kenntlichsten ist die Waage an ihren zwei Sternen zweiter Größe. Der eine derselben, welcher höher nach Norden, als der andere steht, bedeutet gleichsam den Waagzapfen, worauf der Waagbalken balancirt. Der andere, etwas tiefer nach Süden liegende, stellt die westliche Waagschaale vor. An der östlichen Waagschaale erblickt man nur einige ganz kleine Sterne. Kennt man also die Aehre der Jungfrau, welche wegen ihres hellen Glanzes leicht ins Auge fällt, so ist

auch die Waage an jenen beiden Sternen zweiter Größe, die eine Strecke davon gerade nach Osten stehen, leicht aufzufinden. — Vier Sterne der vierten Größe sind ebenfalls noch deutlich an der Waage zu bemerken.

Auf Sterncharten wird dieses Gestirn als eine gewöhnliche zweiarmige Waage dargestellt, deren Schaalen aber nicht hängen, sondern liegen. Tag und Nacht ist gleich, wenn die Sonne (gegen den 21sten September) in das Zeichen der Waage tritt, also gleichsam Tag und Nacht gegen einander abwägt. Ursprünglich scheint dieses Sternbild ein Symbol der weisen Eintheilung der Lebensmittel zu seyn, welche man im Herbst einsammlet.

Unmittelbar an die Waage, gen Südosten, gränzt der Skorpion. Dies Gestirn streicht bei uns, vom Aufgange bis zum Untergange, sehr niedrig am südlichen Himmel hin. Man erkennt es an einem röthlich glänzenden Sterne erster Größe, welcher fast mit-

ten in dem Bilde steht und Skorpions-herz oder Antares genannt wird.

Der Skorpion enthält auch zwei Sterne zweiter, sieben Sterne dritter, und eilf Sterne vierter Größe, nebst zwei sogenannten Nebelsternen *). Aber alle diese Sterne, den Antares und einen der zweiten Größe ausgenommen, sind in unserm Vaterlande selten deutlich zu sehen, weil sie gar zu nahe am südlichen Horizonte hinstreichen; ja einige von ihnen kommen nicht einmal über den Horizont, sondern bewegen sich stets unter demselben um den Südpol des Himmels herum. Diese sind also nur den Bewohnern der südlichen Länder sichtbar. Antares und der eine, beträchtlich weit herauf stehende, Stern zweiter Größe, welcher am Kopfe dieses Sternbildes sich befindet, wird zu Ende des Mai-Monats, um die Mitternachtstunde, gera-

*) Von Nebelsternen wird späterhin noch besonders die Rede seyn.

de gen Süden, am besten und leichtesten gefunden.

Der Skorpion, als Thier, hat viele Aehnlichkeit mit einem Krebse; nur ist sein mit vielen Gliedern versehener Schwanz dünn und mit einem krummen Stachel versehen. In dieser Gestalt wird auch das Sternbild des Skorpions auf den Himmelscharten vorgestellt. Im höchsten Alterthume starb die irdische Natur gleichsam, wenn dieses Gestirn kurz vor Sonnen-Aufgange in Osten erschien. Der böse Skorpion verdarb nämlich die Erde mit seinem giftigen Stachel, wenn man sich jene Naturveränderung bildlich vorstellte. Nach den griechischen Fabeldichtern war dieser Skorpion derjenige, welcher, auf Befehl der Diana, den berühmten Jäger Orion vergiftete. Dieser steht gleichfalls als Gestirn am Himmel, wie wir in der Folge weiter hören werden.

Der Schütze, ein sehr unkenntliches Gestirn, streicht noch tiefer, als der Skorpion, am südlichen Horizonte hin. Dieses

Gestirn enthält weder Sterne von der ersten, noch von der zweiten Größe, sondern blos einige von der dritten und vierten, nebst vielen kleinern und einigen Nebelsternen. Die meisten dieser Sterne sind bei uns gar nicht zu erkennen, theils wegen ihrer geringen scheinbaren Größe, theils wegen der Dünste in der Nähe des Horizonts, theils aber auch deswegen nicht, weil sie nicht über den Horizont herauf kommen, indem das Gestirn zur Hälfte unter dem Horizonte verborgen bleibt. Nur Menschen, die südlicher wohnen, als wir, können auch diese Sterne bemerken.

Gegen Ende des Junius verweilen die obersten Sterne des Schützen die ganze Nacht hindurch über dem Horizonte; aber wegen der hellen Nächte (deren Licht das Licht dieser Sterne überwältigt) können wir sie dann nicht sehen. Am besten bemerkt man sie noch im September, Abends 9 Uhr. Alsdann stehen sie fast gerade nach Süden hin, nur etwas westlich, und zwar ganz niedrig über dem Ho-

rizonte. Mit Hülfe der Milchstraße, die sich westlich neben den Sternen des Schützen unter den Horizont hinabsenkt, sind diese Sterne noch am besten zu kennen. Nämlich nahe am östlichen Rande der Milchstraße steht ein Stern dritter Größe, welchen man bei heiterm Himmel ziemlich gut bemerkt. Er befindet sich an der Schulter des Schützen, dessen Bild einen Centaur mit Bogen und Pfeil vorstellt. Von diesem Sterne dritter Größe gerade nach Westen hin, und fast mitten in der Milchstraße, befindet sich am Himmel diejenige Stelle, wo jetzt die Sonne steht, wenn (gegen den 21sten December) der kürzeste Tag und die längste Nacht ist.

Unter dem Bilde des Schützen stellten sich die Alten die Jagdzeit vor. Etliche Sterne dieses Gestirns machen auch wirklich eine Figur, welche mit einem Pfeile Aehnlichkeit hat. Nach den Fabeln der Griechen setzte Gott Jupiter den trefflichen Jäger Krotus, einen Sohn des Pan, als Centaur mit Bogen und

Pfeil an den Himmel, um durch die vier Pferdefüße seinen schnellen Lauf und durch den Pfeil seine Geschicklichkeit im Jagen anzudeuten. Daher wird das Bild des Schützen noch immer oben wie ein Mann und unten wie ein Pferd gezeichnet.

Den Steinbock kann man am Himmel schon besser finden, als den Schützen. Er enthält vier Sterne der dritten und zwei der vierten Größe. Zu Ende des Juli-Monats sind diese Sterne die ganze Nacht hindurch sichtbar. Denn sie steigen bald nach Untergange der Sonne in Südosten über den Horizont empor und beim Aufgange der Sonne gehen sie in Südwesten wieder unter. Weil aber zur Sommerszeit die Dämmerung fast die ganze Nacht hindurch nicht aufhört, so kann man wegen dieses hellen Scheins die Sterne nicht gut beobachten. Daher thut man am besten, den Steinbock im September, Abends gegen 9 Uhr, aufzusuchen. Zu dieser Zeit bemerken wir das Gestirn gerade vor uns

nach Süden hin. Man erkennt es dann leicht an zwei Sternen dritter Größe, welche, zu den Hörnern des Sternbildes gehörend und ziemlich nahe beisammen stehend, eine fast senkrechte Linie am Himmel bilden. Den obern dieser Sterne sieht man durch Fernröhre doppelt (wie den Kastor und Mesarthim), d. h. es erscheinen dann an dieser Stelle des Himmels zwei Sterne, die wir mit bloßen Augen für einen hielten. Die übrigen beiden Sterne der dritten Größe stehen im Schwanze dieses Sternbildes; sie müssen also viel weiter nach Osten hin aufgesucht werden.

Schon in den ältesten Zeiten war der Steinbock ein Symbol der nach Norden wieder emporsteigenden Sonne gewesen, nachdem sie (den 21sten December) ihren niedrigsten Stand am Himmel erreicht hatte. Nach den griechischen Fabeldichtern hatte Jupiter den Schäfergott Pan, halb als Fisch und halb als Bock gebildet, an den Himmel gesetzt.

Der Wassermann, in welchem man

vier Sterne der dritten und sieben von der vierten Größe wahrnimmt, kann zu Ende des Septembers, Abends um 10 Uhr, am besten aufgefunden werden. Alsdann steht er nämlich zwischen Osten und Westen in der Mitte, nach Süden zu, und zwar viel höher am Himmel, als Schütze und Steinbock. Kennt man nun z. B. letzteren, so zeigt sich der Wassermann dicht hinter ihm nach Nordosten herauf. Er nimmt da einen ziemlich großen Raum am Himmel ein.

Leicht kann man den Wassermann aber auch mittelst des Fomahand (des hellen Sterns erster Größe am Maule des südlichen Fisches) finden. Denn dieser glänzt Ende Septembers, um 10 Uhr Abends, in Süden, nur ein wenig östlich, ganz tief am Horizonte. Von dem Fomahand fast gerade herauf schimmert, in einem Abstande von ohngefähr zwanzig Vollmonds-Breiten, derjenige Stern dritter Größe am rechten Schenkel des Wassermanns, welcher Scheat genannt wird. Blickt

man von diesem Sterne gegen Nordwesten hinauf, so findet man, in einem nicht viel größern Abstande als der des Scheat von dem Fomahand, noch einen andern Stern dritter Größe, welcher die linke Schulter des Wassermanns vorstellt. Und wieder zwischen diesem und dem Scheat, nur etwas höher gegen Nordostnord hinauf, stehen die übrigen beiden der dritten Größe ziemlich nahe beisammen. Der eine davon bildet die rechte Schulter, den Wasserkrug-Henkel des Gestirns. Viele andere kleine Sterne, welche noch zu dem Wassermanne gehören, befinden sich in dem Kopfe, Rücken, Kruge, Wassergusse und in andern Theilen desselben Sternbildes.

Auf den Himmelscharten ist dieses Gestirn gewöhnlich in Gestalt eines knieenden Mannes abgebildet, der einen Wasserkrug unter dem rechten Arm hält und Wasser aus demselben ausgießt. Dieses Bild sollte die bevorstehende Regenzeit andeuten. Bei den Griechen sollte dieses Gestirn den Deukalion

vorstellen, zum Andenken, daß Jupiter den Erdboden einst unter Wasser gesetzt und alle Bewohner desselben, bis auf den Deukalion und seine Gemahlin, ersäuft habe.

Das letzte Gestirn des Thierkreises nach der aufgeführten Ordnung sind die Fische, welche zwischen dem Wassermann und Widder einen großen Raum am Himmel einnehmen. Im September ist dieses Gestirn die ganze Nacht hindurch sichtbar. Da es aber keine hellen Sterne enthält, so ist es nicht gut zu erkennen. Sterne erster und zweiter Größe hat es gar nicht; von der dritten Größe hat es nur einen, von der vierten sechse.

Der eine Fisch befindet sich nahe bei der Stelle, wo die Sonne am Tage der Frühlings-Nachtgleiche steht; der andere aber ist eine ziemlich große Strecke gegen Nordosten von ihm entfernt. Man muß sie, um sie zu bemerken, in der Mitternachtstunde des Septembers aufsuchen. Beide verbindet eine unordentliche Reihe ganz kleiner Sternchen,

gleichsam in der Form eines Bandes; und in diesem Bande muß man jenen Stern dritter Größe, gerade unter den Sternen des Widders, nur ziemlich tiefer, aufsuchen. Von demselben Sterne dritter Größe kann man den sechsten Theil des ganzen sichtbaren Himmels, gerade nach Westen hin, mit einem guten Fernrohre abmessen, wenn man die Stelle erblicken will, wo die Sonne zu Frühlings-Anfange steht.

Die Aegyptier machten aus den Fischen am Himmel eine Gottheit, Namens Ichton, welche die bei Fischen sehr große Fruchtbarkeit andeuten mußte. Nach einer andern Fabel soll das Gestirn die beiden Fische vorstellen, in die sich Venus und Amor verwandelten, als Typhon sie in einen Fluß jagte und fressen wollte.

Drittes Kapitel.

Die nördlichen Sternbilder oder die Gestirne disseits des Thierkreises.

Unter allen Sternbildern am nördlichen Himmel sind die beiden Bären, nämlich der kleine und der große Bär, die bekanntesten und merkwürdigsten. Selbst unsere Bauern und Hirten kennen sie unter dem Namen kleinen Wagen und großen Wagen.

Der kleine Bär ist dasjenige Sternbild, welches dem Nordpole des Himmels am nächsten steht. Der letzte Stern in seinem Schwanze wird der Polarstern (auch wohl Kynosura) genannt. Binnen 24 Stunden beschreibt dieser, vermöge der scheinbaren täglichen Bewegung des Himmelsgewölbes, ei-

nen Kreis, in dessen Mitte der Himmelspol sich befindet.

Sieben Sterne sind in dem kleinen Bären, A Fig. 2. Taf. I., deutlich zu sehen. Unter denselben gehören zwei zur zweiten, einer zur dritten und viere zur vierten Größe. Die Lage aller dieser Sterne gegen einander ist derjenigen der sieben hellen Sterne des großen Bären sehr ähnlich; nur stehen sie viel enger beisammen und bilden daher diejenige Figur, welche der Landmann den kleinen Himmelswagen nennt.

Gegen Ende des April-Monats, Abends 9 Uhr, erblickt man über sich am Himmel die sieben hellen Sterne des großen Bären (welche bald näher beschrieben werden sollen), und gerade über diesen Sternen, nach Norden hin, sieht man sogleich die Sterne des kleinen Bären. Darunter ist der erste Stern zweiter Größe, welcher, vom Scheitelpunkte gerade nach Norden hin gerechnet, zunächst auf den großen Bären folgt, der Polarstern.

Von

Von dem Polarstern nach Osten hin stehen zwei kleinere zur vierten Größe gehörige Sterne, und zwar in gerader Linie nicht weit von einander. Diese beiden bilden mit dem Polarstern den Schwanz des kleinen Bären oder die Deichsel des kleinen Wagens. Die vier übrigen erstrecken sich vom hintern Ende der Deichsel etwas nach Südosten herauf und bilden ein länglichtes Viereck, welches den Körper des kleinen Bären oder die Räder des kleinen Wagens vorstellt. In den beiden hintersten Rädern befindet sich ein Stern der zweiten und einer der dritten Größe; die beiden vordersten Räder aber enthalten zwei Sterne der vierten Größe.

Der große Bär, Arktos, oder der große Wagen, das prächtigste Gestirn des nördlichen Himmels, hat ohnstreitig unter allen Gestirnen das Auge der Menschen zuerst auf sich gezogen. Es kommt daher auch schon im alten Testamente, z. B. im Hiob vor.

Der große Bär faßt eine große Anzahl Sterne in sich, wovon sechs zur zweiten, viere zur dritten und sechszehn zur vierten Größe gehören. Die sechs Sterne der zweiten Größe, nebst einem der dritten, welche im Schwanze und im hintern Theile des Rückens dieses Sternbildes enthalten sind, geben diejenigen Sterne ab, welche den großen Wagen vorstellen. Man sieht sie in B Fig. 2. Taf. I. abgebildet. Vier derselben, zu welchen auch der eine vierter Größe gehört, stehen in einem länglichten etwas verschobenen Vierecke. Diese machen die Räder des großen Wagens oder den Hintertheil des Bären aus. Die drei übrigen der zweiten Größe gehen in krummer Linie von diesem Vierecke aus und bilden auf diese Art die Deichsel des Wagens oder den Schwanz des Bären.

Der äusserste Stern am Schwanze dieses Bären oder, welches einerlei ist, der vorderste an der Deichsel des Wagens, wird Benatsch, der mittlere Mizar, der letzte, oder der am

Vierecke zunächst stehende, Alioth genannt. Derjenige, welcher das oberste der beiden Hinterräder vorstellt, hat den Namen Dubhe bekommen. Mizar besteht eigentlich aus zwei Sternen; denn wenn man ihn mit guten Fernröhren betrachtet, so erscheint er doppelt.

Als Wagen betrachtet, nimmt dieses Sternbild keinen so großen Raum am Himmel ein, als derjenige ist, in welchem das ganze Sternbild des Bären sich befindet. Der zum großen Bären gehörige Raum am nördlichen Himmel ist sehr bedeutend.

Zieht man in Gedanken vom äussersten Sterne am Schwanze des großen Bären durch den untersten Stern des Vierecks eine gerade Linie eine ziemliche Strecke weit fort, so trifft diese auf die drei übrigen zu dem großen Bären gehörigen Sterne dritter Größe, welche ein spitziges Dreieck bilden. Der oberste davon glänzt an der Brust des Bären; die beiden untern stehen an einer Vorderpfote des Sternbildes. Eine große Anzahl kleiner Ster-

ne machen den Kopf und den übrigen Körper desselben Sternbildes aus.

An die beiden Bären gränzt auf einer Seite das Sternbild des Drachen, welches ebenfalls eins der bedeutendsten Gestirne des nördlichen Himmels ist. Es enthält einen Stern zweiter Größe, eilf Sterne von der dritten und dreizehn von der vierten Größe.

Mit seinem Schwanze zieht sich dieses Sternbild, C Fig. 2. Taf. I., zwischen den beiden Bären hin. Unter den Füßen des kleinen Bären bildet es verschiedene Krümmungen. Diese bestehen aus vielen kleinen Sternen, welche man deutlich sehen kann. Zu Anfange Augusts, Abends 10 Uhr, läßt sich der Drache am besten beobachten. Alsdann stehen die drei Sterne dritter Größe, welche den Kopf des Sternbildes ausmachen und ein kleines ungleichseitiges Dreieck formiren, gerade über uns, und etwas weiter nach Norden hin stehen ohngefähr sechs andere Sterne dritter Größe, welche die vordern und obern

Krümmungen des Gestirns vorstellen. Nicht weit von denselben sieht man den kleinen Bären nach Norden hin, nur etwas westlich; der große Bär steht in Nordwesten beträchtlich tiefer am Himmel. Gleich unter den Vorderfüßen des kleinen Bären glänzt der Stern zweiter Größe des Drachen. Von diesem Sterne an ziehen sich noch drei andere Sterne dritter Größe in ziemlich gerader Linie nach Norden hin. Diese drei Sterne, nebst jenem der zweiten Größe und noch einigen andern ganz kleinen machen den Schwanz des Drachen aus, der auf Sterncharten und Globen gewöhnlich als eine, an mehreren Stellen ihres Leibes gekrümmte, Schlange abgebildet ist.

In der Mitte des Drachen-Leibes befindet sich am Himmel eine Stelle, wo man mit bloßen Augen keinen Stern sieht. Hier liegt der Pol der Ecliptik. Wenn man von dieser Stelle aus Linien nach den Sternbildern des Thierkreises hin zieht, so kann man dadurch den ganzen Himmel in Flächen-Abschnitte

eintheilen, wovon jeder gewiße Sternbilder erhält. Diese kann man dann viel leichter am Himmel auffinden.

Denkt man sich ferner mitten aus dem Drachen-Leibe eine Linie bis an die südliche Schulter der Jungfrau, eine andere aber aus demselben Punkte bis an den Schützen gezogen, so ist zwischen beiden geraden Linien eine Flächen-Abtheilung enthalten, die unten von der Jungfrau, von der Waage und von dem Skorpion, oben aber von dem Drachen begränzt wird. In dieser Abtheilung findet man nun den Bootes, das Haupthaar der Berenice, die nördliche Krone, den Herkules und den Schlangenträger.

Zunächst hinter dem Schwanze des großen Bären erblickt man die Sterne des Kopfes und der aufgehobenen Arme vom Bootes oder Ochsentreiber. Der eine Fuß dieses Sternbildes reicht bis zum nördlichen Flügel der Jungfrau herab; der andere Fuß lehnt sich

an den Berg Menelaus, ein Gestirn neben jenem nördlichen Flügel.

Der Bootes, gewöhnlich in Gestalt eines Hirten, mit einer Keule in der einen und mit ein Paar Jagdhunden an der andern Hand abgebildet, enthält einen Stern erster Größe, Arktur genannt, sieben von der dritten Größe und dreizehn von der vierten. Arktur steht zwischen den Schenkeln dieses Sternbildes, einer der dritten Größe am Kopfe desselben, ein anderer der dritten Größe an der Schulter, noch einer derselben Größe, Mirak genannt, an dem Gürtel. Ausserdem erblickt man noch an jeder Wade einen Stern der dritten Größe. Unter allen diesen liegen die Sterne vierter Größe zerstreut umher.

Die beiden Jagdhunde des Bootes heißen Asterion und Chara. Sie bestehen aus mehreren ganz kleinen Sternen nahe hinter dem großen Bären.

Hat man den hellen Stern erster Größe des Bootes und den letzten Stern am Schwanze

des Löwens vor Augen, so sieht man mitten zwischen diesen beiden Sternen, gleich über dem nördlichen Flügel der Jungfrau, das Hauptha ar der Berenice (von der Gemahlin des ägyptischen Königs Ptolemäus Evergetes so genannt, die ihr sehr schönes Haupthaar abschnitt und der Venus opferte). Dieses Gestirn ist aus einer Menge ziemlich nahe beisammen stehender ganz kleiner Sterne gebildet. Indessen gehören doch einige darunter zur vierten Größe.

Zieht man in Gedanken eine gerade Linie von dem Schwanze des großen Bären durch den Kopf des Bootes, so trifft diese Linie das Sternbild der nördlichen Krone. Liegt das Haupthaar der Berenice dem Bootes zur rechten Seite, so steht ihm die Krone zur linken Hand. Bei sehr heiterer Witterung sieht man in der nördlichen Krone mit bloßen Augen wohl acht bis neun Sterne, welche einen länglichten Ring bilden. Unter diesen Sternen befindet sich auch einer der zweiten

Größe, welcher seines hellern Glanzes wegen der Edelstein der Krone genannt wird. Die übrigen, weniger hell glänzenden, gehören zur vierten und fünften Größe.

In gerader Richtung von dem Bootes und der Krone ist das nächste Gestirn der Herkules. Dieses Sternbild geht von dem Kopfe des Drachen ziemlich weit nach dem Thierkreise zu, und nimmt zu beiden Seiten einen großen Raum am Himmel ein. Es besteht aber fast aus lauter kleinen Sternen. Doch gehören acht davon zur dritten und sechzehn zur vierten Größe.

Auf den Globen und Sterncharten hat das Gestirn das Bild eines großen Mannes, welcher auf dem einen Schenkel kniet, den andern gegen den Kopf des Drachen stämmt, den Kopf daher abwärts, die Füße aufwärts kehrt, eine große Löwenhaut (von dem berühmten Nemäischen Löwen, den Herkules getödtet) um sich hängen hat und in der einen Hand eine Keule, in der andern den Cerbe-

rus hält. Letzterer wird in Form eines dreiköpfigen Drachen vorgestellt.

Von den acht Sternen der dritten Größe steht einer oben an dem Fuße, welchen Herkules gegen den Drachenkopf stämmt, und einer unten am Kopfe; viere befinden sich mitten am Rücken auf der Löwenhaut und zwei blinken an dem Arme, womit Herkules die Keule hält.

Zu Anfange des Aprils kann man dieses Gestirn bequem um 11 Uhr Abends aufsuchen. Man erblickt es dann am östlichen Himmel in dem mittlern Raume zwischen dem Scheitelpunkte und Horizonte. Etwas weiter gen Nordosten hin sieht man zugleich einen sehr hellen Stern erster Größe. Dieser gehört aber zum Sternbilde der Leyer. Schräg abwärts von demselben, nach Osten zu, stehen diejenigen kleinen Sterne, welche den Cerberus bilden.

Gleich unter dem Kopfe des Herkules nimmt das Sternbild des Ophiuchus oder

Schlangenträgers seinen Anfang. Es reicht bis zum Herzen des Skorpions hinab und hat zu beiden Seiten eine weite Ausdehnung.

Das Bild des Ophiuchus stellt ebenfalls einen großen unbekleideten Mann vor, welcher aufrecht steht, und mit beiden Händen eine große Schlange hält. Diese erstreckt sich mit ihrem Kopfe bis an die nördliche Krone hinauf; ihren Körper krümmt sie an der einen Seite ihres Trägers herunter, zwischen den beiden Schenkeln desselben hindurch; ihr Schwanz aber reicht noch weit über dessen andere Seite hinaus.

In dem Manne selbst befinden sich ein Stern der zweiten Größe, fünf Sterne der dritten und siebzehn der vierten Größe. Jener Stern zweiter Größe ist in dem Kopfe enthalten; gleich neben demselben steht einer von der dritten Größe. Dieser letztere stellt den herabhängenden Kopf des Herkules vor. An den Schultern, an der Hand und an den

Füßen des Ophiuchus stehen die übrigen Sterne der dritten Größe.

In der Schlange befindet sich ebenfalls ein Stern zweiter Größe; ausserdem zählt man in derselben sieben Sterne von der dritten und sechse von der vierten Größe. Der Stern zweiter Größe steht am Halse der Schlange; gleich über demselben erblickt man vier Sterne der dritten Größe, welche den Kopf der Schlange vorstellen und fast bis an die nördliche Krone reichen. Die übrigen drei Sterne dritter Größe sieht man der Reihe nach im Schwanze der Schlange.

Geht man wieder auf die Linie zurück, welche man sich aus den vordern Krümmungen des Drachen bis zum Bogen des Schützen gezogen gedenkt, und zieht man noch eine Linie dazu, welche von derselben Stelle des Drachen bis an den Schwanz des westlichen Fisches reicht, so erhält man am Himmel eine andere Flächen-Abtheilung, die oben wieder von einem Theile des Drachen, unten im

Thierkreise aber von dem Schützen, Steinbock, Wassermann und dem westlichen Fische begränzt ist. In dieser Abtheilung befinden sich folgende Sternbilder: die Leyer, der Schwan, die Eidechse, die Gans, der Fuchs, der Pfeil, der Adler, der Antinous, das Sobieskische Schild, der Delphin, der Pegasus und das kleine Pferd oder Füllen.

Das Gestirn der Leyer erblickt man über dem Herkules nahe unter der vordersten Krümmung des Drachen. Das Gestirn wird gewöhnlich in Gestalt eines Geyers vorgestellt, der eine kleine Harfe (die Leyer des Orpheus) in den Krallen an seiner Brust festhält. In ihm glänzt der Stern erster Größe, welcher Wega oder Fidula genannt wird. Ausserdem befinden sich in demselben Gestirne nur noch einige Sterne von der geringsten Größe.

Die gerade Linie vom Herkules durch die Leyer weiter fortgesetzt, führt zunächst durch den Schwan. Dieses Sternbild enthält ei-

nen Stern zweiter Größe, sieben Sterne der dritten und sechszehn der vierten Größe. Ausserdem befinden sich in demselben noch eine Menge kleinerer Sterne, welche man in den Abendstunden des August-Monats bei sehr heiterm Himmel ebenfalls mit bloßen Augen erkennen kann. Denn zu dieser Zeit steht das Gestirn um 10 Uhr fast gerade über unserm Scheitel.

Mit Hülfe der schönen Milchstraße ist das Sternbild des Schwans ebenfalls leicht zu finden. Denn diese geht mitten durch das Sternbild hindurch. Der Stern zweiter Größe, Deneb genannt, glänzt am Schwanze des Schwans an der Milchstraße, nach Nordosten hin. Von da an verbreiten sich einige Sterne der dritten und vierten Größe fast in einer geraden Reihe gegen Südosten in der Milchstraße fort. Diese Sterne bilden Brust, Hals, Kopf und Schnabel des Thieres. Der Stern am Schnabel ist von der dritten Größe und führt den Namen Albireo. Quer durch

diese Reihe ziehen sich noch mehrere andere Sterne dritter Größe der Reihe nach fort und bilden mit jenen ein schief liegendes Kreuz. So stellen sie mit den vielen kleinern die beiden ausgebreiteten Flügel des Schwans vor.

Gleich über dem Schwane, nach Osten hin, bilden einige ganz kleine Sterne, die wir beim heitersten Himmel kaum erkennen, die Eidechse. Gleich unter dem Schwane aber erblickt man in der Milchstraße den Fuchs mit der Gans. Dieses kleine Sternbild enthält nur ein Paar Sterne vierter Größe, nebst noch etlichen kleinern.

Nahe an dem Fuchse steht auch das kleine Sternbild des Pfeils. Zu demselben gehören vier Sterne vierter Größe, deren drei von dem Fuchse an in gerader Linie von Osten nach Westen hin stehen, der vierte aber ganz nahe unter dem letzten gen Westen zu.

Der fliegende Adler, welcher gleich nach dem Pfeile folgt, liegt ebenfalls in der Milchstraße. In diesem Sternbilde zählt man

einen Stern erster Größe, Athair genannt, zwei Sterne von der dritten und fünf von der vierten Größe. Athair funkelt am Halse des Adlers; schief über ihm glänzt einer von der dritten und unter ihm einer von der vierten Größe. Alle diese drei Sterne stehen in gerader Linie ziemlich nahe bei einander. Vom Athair an, gerade nach Westen in der Milchstraße fort, stehen zwei andere Sterne im Schwanze des Adlers; der eine davon gehört zur dritten, der andere zur vierten Größe.

Zunächst unter dem Adler, und zwar linker Hand an der Milchstraße, sieht man den Antinous, ein Sternbild, das man gewöhnlich in Gestalt eines knieenden Knaben mit gespanntem Bogen darstellt. Es enthält drei Sterne dritter und sechse vierter Größe. Die drei Sterne dritter Größe stehen an der Brust, am rechten Arme und rechten Fuße des Sternbildes. Einige Sterne vierter und fünfter Größe sind in dem Bogen und Pfeile enthalten.

Hin-

Hinter dem Antinous nach Westen zu, ebenfalls in der Milchstraße, befindet sich das Sobieskische (mit einem Kreuze bezeichnete) Schild, vom Hevelius dem Könige Johann III. von Polen zur Ehre an den Himmel gesetzt. Dies Sternbild enthält nur einige kleine Sterne, worunter einer der vierten Größe der ausgezeichnetste ist.

Ueber den Adler gen Osten erblickt man an der Milchstraße den Delphin. Dieser ist an fünf nahe beisammen stehenden Sternen dritter Größe kenntlich.

In derselben Flächen-Abtheilung des nördlichen Himmels ist noch ein Raum übrig, welchen von unten der westliche Fisch und der Wassermann, von der westlichen Seite der Delphin und der Fuchs, von oben der Schwan und die Eidechse begränzt. In dieser Abtheilung liegt der Pegasus und das kleine Pferd.

Der Pegasus, das Musenpferd (ein Sinnbild der flüchtig dahin eilenden Zeit)

wird mit Flügeln vorgestellt. Seine Füße kehrt es aufwärts. Der hintere Theil fehlt in dem Bilde. Es gehören zu diesem Gestirne (in so fern man sie, wie gewöhnlich, mit bloßen Augen sehen kann) drei Sterne der zweiten, drei der dritten und sieben der vierten Größe. Jene drei von der zweiten Größe bilden mit Hülfe eines vierten, der Andromeda zugehörigen, von derselben Größe ein ziemlich reguläres Viereck, welches auch der Tisch genannt wird. An diesen vier Sternen kann man das Sternbild leicht erkennen. Der östliche Stern von den beiden obersten dieses Vierecks ist eben derjenige, welcher sich an dem Kopfe der Andromeda befindet. Der westliche hingegen, welcher den Namen Scheat führt, steht an einem Schenkel des Pegasus.

Von den beiden untern des Vierecks bildet der östliche die äusserste Flügelspitze des Musenpferdes. Er wird Algenib genannt. Unter dem Kopfe der Andromeda kann man ihn leicht finden. Der westliche von den bei-

den untern, welcher Markab heißt, befindet sich an der westlichen Ecke dieses Pferdeflügels. Von den drei Sternen der dritten Größe sieht man den einen, Enif genannt, an der Nase des Musenpferdes. Die beiden übrigen von derselben Größe stehen am Halse und an einem Schenkel dieses Sternbildes.

Mitten zwischen dem Delphin und Pegasus, und zwar über dem Kopfe des Wassermanns, sieht man das kleine Pferd oder Füllen. Aber nur der Kopf von dem Sternbilde ist sichtbar. Dieser enthält einen Stern der dritten, und ohngefähr vier Sterne der vierten Größe. Das kleine Pferd ist daher nur ein sehr kleines Gestirn.

Behält man die aus den vordern Krümmungen des Drachen bis an den Schwanz des westlichen Fisches gezogene Linie abermals in Gedanken, und denkt man sich zugleich eine andere gerade Linie aus derselben Stelle des Drachen bis an den westlichen Fuß des Kastors gezogen, so bekommt man eine dritte

Flächen-Abtheilung des nördlichen Himmels. Diese wird unten vom Bande der Fische, sowie von dem Widder und Stier, und oben wieder von dem Drachen begränzt; und in demselben eingeschlossenen Raume finden sich folgende Sternbilder: Friedrichsehre, Andromeda, Cassiopeja, Cepheus, Perseus, der Medusenkopf, der Fuhrmann, die Ziege, das Kamelopard, die Fliege, das kleine und das große Dreieck.

Die Friedrichsehre (von dem berühmten Bode in Berlin dem großen Preussen-König Friedrich II. zu Ehren an den Himmel gesetzt) wird zunächst über den Füßen des Pegasus neben der Eidechse gen Osten gesehen. Das Sternbild stellt ein liegendes Schwerdt vor, welches mit einem Lorbeerkranze, mit einem Palmzweige und mit Oelblättern geschmückt ist, und worüber eine Krone schwebt. Es besteht zwar aus vielen Sternen, aber die meisten davon sind nur von denjeni-

gen Personen mit bloßen Augen zu erkennen, welche sehr scharf in die Ferne sehen.

Ueber der Friedrichsehre glänzt gen Osten die Andromeda. Das Bild dieses Gestirns stellt ein junges Frauenzimmer mit Ketten an den ausgestreckten Händen vor. Es enthält drei Sterne von der zweiten, zwei von der dritten und zehn von der vierten Größe, nebst einem mit bloßen Augen recht gut sichtbaren Nebelflecken.

Zu Anfange des Decembers, Abends um 8 Uhr, hat Andromeda, ihren höchsten Standort am Himmel. Wir erblicken sie dann fast gerade über unserm Scheitel. In dieser Stellung stehen ihre drei Sterne zweiter Größe in gerader Richtung von Südwesten nach Nordosten; sie nehmen, der Länge nach, einen ziemlich großen Raum ein. Den westlichsten davon bemerkt man am Kopfe dieses Sternbildes; dieser ist es eben, welcher mit den drei hellen Sternen im Pegasus das bewußte Viereck bildet. Der mittlere, am Gür-

tel befindliche, wird Mirach, der östliche, am Fuße blinkende, wird Alamak genannt.

Schief über dem Mirach steht noch ein Stern dritter Größe, und gleich über diesen, nach Nordosten hin, erblickt man bei recht heiterm Wetter den kleinen, matt schimmernden Nebelflecken. An dem Nacken des Sternbildes sieht man den zweiten Stern der dritten Größe. Die übrigen kleinern Sterne aber stellen den Leib, die Schenkel und die Arme der Andromeda vor.

Um 10 Uhr im December sehen wir über der Andromeda, nach Norden hin, die Cassiopeja gerade über unserm Scheitel. Dieses Sternbild, in Gestalt einer auf dem Throne sitzenden Königin, welche ihre Hände über den Kopf zusammenschlägt und in der einen Hand Palmenzweig, in der andern den Saum ihres Gewandes hält, faßt fünf Sterne dritter, und sieben Sterne vierter Größe in sich. Diese Sterne, welche ziemlich nahe beisammen stehen, sind auch sehr leicht zu fin-

den, hauptsächlich deswegen, weil sich die Milchstraße vom Schwane herauf durch dieselben nach Osten hin fort erstreckt.

Von dem Sternbilde des Cepheus, welches auf die Cassiopeja folgt, steht der größte Theil ausserhalb der Milchstraße. Gegen Norden reicht dieses Gestirn, welches als ein Mohrenkönig vorgestellt wird, bis an den Polarstern; gegen Nordwesten gränzt es an den Drachen.

Es gehören zu diesem Sternbilde drei Sterne von der dritten und neune von der vierten Größe. Die drei Sterne dritter Größe stehen in einer etwas krummen Reihe zwischen dem Drachen und der Cassiopeja vom Weltpole nach Südwesten hin, wenn wir die Cassiopeja gerade über uns erblicken. Der erste dieser drei Sterne befindet sich, vom Weltpole an gerechnet, am Fuße, der mittlere am Gürtel, der letzte oder oberste (vom Pole nach Südwesten hin) an der Schulter. Dieser letztere führt den Namen

Alderamin. Die Sterne vierter Größe nehmen den Kopf, das Gewand und andere Stellen des Sternbildes ein. Mit seiner Krone, von drei ganz kleinen Sternen gebildet, reicht das Gestirn bis in die Milchstraße herab.

Perseus, als ein an den Füßen geflügelter Ritter mit Helm und Panzer abgebildet, steht vor den Füßen der Andromeda. Er hält in der einen Hand den Medusenkopf, statt eines Schildes; in der andern Hand hält er das Schwerdt, welches er über seinem Haupte schwingt. In diesem Sternbilde und in dem Medusenkopfe zählt man zusammen zwei Sterne der zweiten, drei der dritten und eilf der vierten Größe. Von der Cassiopeja an krümmt sich die Milchstraße gen Osten durch dieses Sternbild hinab.

Die beiden Sterne zweiter Größe stehen im December des Abends etwas schräg von Nordnordost gen Südsüdwest unter einander. Der obere von beiden, welcher sich an einer lebhaften Stelle der Milchstraße befindet, steht

am Rücken des Perseus; der untere zu dem Medusenkopfe gehörige, und unter dem Namen Algol bekannte, blinkt neben der Milchstraße. Dieser Stern, den man zu den Wundersternen zählt, erscheint binnen drei Tagen wenig r drei Stunden bald heller, bald dunkler.

Von den drei Sternen dritter Größe steht einer an der östlichen Schulter, der andere unter diesem am Gürtel, der dritte unter dem zweiten am westlichen Schenkel des Sternbildes. Die übrigen kleinern liegen zerstreut unter ihnen.

Nach den alten Fabeldichtern machten Andromeda, Cassiopeja, Cepheus und Perseus eine königliche Familie aus. Die Prinzessin Andromeda, Tochter des äthiopischen Königs Cepheus und dessen Gemahlin Cassiopeja, wurde von dem Meergotte Neptun, weil ihre Mutter sie für schöner hielt, als die Meergöttinnen oder Nereiden, an einen Felsen des Meergestades geschmiedet, um von dem Wallfische gefressen zu

werden. Aber Perseus, ein Sohn Jupiters, rettete sie dadurch, daß er das Meerungeheuer mit Hülfe des Medusenkopfes in Stein verwandelte. Der Medusenkopf war statt der Haare mit Schlangen besetzt und hatte die Kraft, daß durch seinen Anblick alle Feinde getödtet wurden.

Vor dem Perseus, gen Osten, erblickt man den Fuhrmann, ein schönes Sternbild, das in Gestalt eines knieenden, in der Hand mit einer Peitsche und einem Pferdezaum versehenen, Mannes vorgestellt wird, auf dessen Rücken die Ziege mit ihren beiden jungen Böcklein in die Höhe klimmt. Das Sternbild enthält einen Stern erster, einen Stern zweiter, zwei Sterne dritter und sechs Sterne vierter Größe.

Der Stern erster Größe, am Bauche der Ziege, Alhajoth, Capella oder Ziege genannt, bildet mit Algol im Perseus, und mit Aldebaran im Stier, ein großes Dreieck. Der Stern zweiter Größe, welcher die rechte

Schulter des Fuhrmanns vorstellt, steht etwas weiter nach Osten im Fuhrmanne selbst. Mitten zwischen diesem Sterne und dem Aldebaran befindet sich diejenige Stelle am Himmel, wo die Spitze des nördlichen Stierhorns in den östlichen Fuß des Fuhrmanns hintrifft. Hier steht auch noch ein Stern zweiter Größe, welchen man gewöhnlich zum Stiere, bisweilen aber auch zum Fuhrmanne zählt. Gerade zwischen diesem Sterne und der Capella zieht sich die Milchstraße durch den Fuhrmann gegen den Horizont hin.

Von den beiden Sternen dritter Größe desselben Sternbildes blinkt einer unter der östlichen Schulter am Arme des Fuhrmanns, der andere aber befindet sich am westlichen Fuße desselben, ganz nahe an der Milchstraße. Man erblickt diesen letztern Stern in der Mitte zwischen Capella und Aldebaran. In der Mitte zwischen ihm selbst und der Capella stehen in der Milchstraße zwei Sterne vierter Größe neben einander. Diese stellen die er-

wähnten beiden Böcklein vor. Indessen gehören zu denselben noch einige andere kleine Sterne, welche nahe bei jenen befindlich sind.

Der Fuhrmann (der nach der Fabel Erichton heißt, König zu Athen war und wegen seiner gemeinnützigen Erfindungen an den Himmel gesetzt wurde) erreicht seinen höchsten Stand im Januar Abends 10 Uhr. Alsdann geht das Gestirn beinahe senkrecht über unserm Haupte hin.

Zwischen dem Fuhrmanne und dem Cepheus, vor der Cassiopeja und dem Perseus, nach Osten hin bis an den Kopf des großen Bären, befindet sich ein Raum, der von einer Menge kleiner Sterne angefüllt ist. Diese Sterne zusammen, worunter sich einige der vierten Größe befinden, stellen das Kamelopard vor.

Einige kleine Sterne mitten zwischen dem Medusenkopfe und dem Widder bilden das Gestirn der Fliege und des kleinen Dreiecks. Die Fliege hat einen Stern der drit-

ten und zwei Sterne der zweiten Größe, welche sehr nahe beisammen stehen. Das kleine Dreieck aber enthält blos drei Sterne fünfter Größe, die einen kleinen fast gleichseitigen Triangel ausmachen. Ganz nahe über dem kleinen Triangel erblickt man auch das große Dreieck. Dieses wird hauptsächlich von drei Sternen vierter Größe gebildet, welche die drei Ecken desselben vorstellen.

Wenn man sich wieder die aus dem Bauche des Drachen gegen den westlichen Fuß des Kastors gezogene Linie, so wie diejenige gedenkt, welche von derselben Stelle innerhalb des Drachens bis nach dem Kopfe der Jungfrau hingeht, so bekommt man eine vierte Flächen-Abtheilung des nördlichen Himmels. Diese wird unten von den Zwillingen, dem Krebse und Löwen und oben von dem Schwanze des Drachen begränzt, und in ihr liegen, ausser dem großen Bären, der Lynx und der kleine Löwe.

Den Lynx oder Tiger findet man zwischen dem großen Bären und dem Fuhrmanne, zunächst über den Zwillingen. Er nimmt da einen ziemlich großen Raum ein, enthält aber nur einen Stern der dritten Größe und ausserdem noch viele kleinere. Der kleine Löwe liegt zunächst über dem großen und zwar unter den Füßen des großen Bären. Er faßt drei Sterne von der dritten und drei Sterne von der vierten Größe in sich.

Richten wir den Himmels-Globus nach der Polhöhe unseres Orts (Th. I. S. 112 f.), und drehen dann den Globus um seine Axe, so sehen wir von den beschriebenen nördlichen Sternbildern diejenigen, welche auf- und untergehen, wir sehen (namentlich, wenn wir den Zeiger des Stundencirkels aufstecken), wie lange diese Gestirne über und wie lange sie unter dem Horizonte bleiben; wir erblicken aber auch diejenigen, welche stets über dem Horizonte bleiben, folglich gar nicht untergehen, wie z. B. den großen und kleinen Bä-

ren, den Drachen, einen Theil des Bootes, einen Theil der Leyer und des Schwans, die Eidechse, die Cassiopeja, die Friedrichsehre, den obern Theil der Andromeda, den Perseus, den obern Theil des Fuhrmanns, das Kamelopard, und den Lynx. Diese drehen sich Tag und Nacht über unserm Horizonte um den Welt- oder Himmelspol herum, welcher folglich in dem Mittelpunkte der von diesen Sternen beschriebenen Kreise liegt.

Viertes Kapitel.

Die südlichen Sternbilder oder die Gestirne jenseits des Thierkreises.

Wenn man mitten im Februar Abends um 7 Uhr den Himmel betrachtet, so erblickt man unter dem Fuhrmanne, gerade nach Süden hin, das prächtigste aller Gestirne, den Orion. In diesem Gestirne zählt man zwei Sterne erster, vier Sterne zweiter, vier Sterne dritter und neun Sterne vierter Größe. Mit guten Fernröhren aber sieht man in diesem einzigen Sternbilde über zwei tausend Sterne. Besonders merkwürdig ist eine helle Stelle, die mitten in diesem Gestirne wie ein dünner feuriger Nebel glänzt und worin man mehrere kleine Sterne hervorblinken sieht.

Auf Globen und Sterncharten ist dieses Gestirn als ein gepanzerter Mann mit einem Schwerdte abgebildet; in seiner rechten, gen Osten emporgehobenen, Hand hält er eine Keule, in seiner linken oder westlichen Hand hat er einen Schild.

An der östlichen Schulter des Orions steht ein Stern der ersten und an der westlichen ein Stern der zweiten Größe. Jener heißt Beteigeuze; er glänzt mit einem gelbröthlichten Lichte. Dieser heißt Bellatrix. Den Gürtel des Sternbildes formiren drei Sterne der zweiten Größe, welche gleich weit von einander stehen und eine schief liegende gerade Linie bilden. Diese drei Sterne sind es, welche der Landmann den Stab oder Jakobsstab nennt.

An dem Gürtel des Orions hängt das Schwerdt. Dieses wird durch etliche Sterne vorgestellt. Einer derselben, und zwar derjenige, welcher gleich unter dem ersten oder nordwestlichen des Gürtels blinkt, bildet gleich-

sam den Knopf des Gefäßes; ein anderer aber, den man unter dem letzten oder südöstlichen des Gürtels erblickt, steht am Gehänge des Schwerdtes. Bei letzterm Sterne ist auch die Stelle, wo man durch Fernröhre den oben erwähnten glänzenden nebelartigen Schein sieht.

Der zweite Stern erster Größe, Rigel genannt, welcher mit einem ganz weißen Lichte funkelt, steht an dem westlichen Fuße, welchen die Figur in die Höhe zieht, um das Schild aufs Knie zu stützen. Schief über dem Rigel, etwas westlich, erblickt man einen Stern dritter Größe nahe am westlichen Schenkel. Von diesem Sterne schief nach Südosten hin sieht man noch einen Stern von derselben Größe. Dieser stellt das Knie des östlichen Schenkels vor.

Mitten über Beteigeuze und Bellatrix bilden mehrere kleine Sterne den Hals und Kopf des Orions. Das Schild desselben wird von einer Menge Sterne der vierten und fünften Größe vorgestellt, welche mitten zwischen Bel-

latrix und Aldebaran eine beinahe vollständige ovale Rundung ausmachen. Die Keule des Sternbildes enthält lauter kleine Sterne, die man zunächst unter den Füßen der Zwillinge findet, wenn man scharf in die Ferne sieht.

Unter allen Sterngruppen hat wohl keine ihr Bild mit mehr Recht, als der Orion; denn alle Sterne desselben sind wirklich so am Himmel vertheilt, daß sie eine Figur bilden, welche einem Manne ähnlich ist. Daher war es kein Wunder, daß schon die ältesten Astronomen diese Sterngruppe in das Bild eines Mannes und zwar eines gewaltigen Jägers oder Kriegers zusammenfaßten.

Gleich unter den Füßen des Orions befindet sich das Sternbild des Haasen, welches zwei Sterne von der dritten und neun Sterne von der vierten Größe enthält. Und unter dem Haasen ganz tief am Horizonte steht in der Mitte Februars, Abends um 8 Uhr, gerade nach Süden, die Taube (des Noah). Indessen ist dieses Sternbild wegen der am

Horizont befindlichen Dünste in unsern Gegenden nicht gut zu sehen; nur bei recht heiterm Wetter ist es an zwei Sternen der zweiten und einem Sterne der vierten Größe zu erkennen.

Der große Hund wird gen Osten neben dem Haasen und der Taube erblickt. Er ist auf seinen Hinterfüßen sitzend, gleichsam in einer aufwartenden Stellung und nach dem Orion hinsehend, vorgestellt. An seiner Schnauze trägt er den größten und prächtigsten aller Sterne, den Sirius (deutsch den Glänzenden) oder Hundsstern, welchen man gewöhnlich (die Sonne nicht mit gerechnet) für den nächsten Fixstern hält. Außer diesem herrlichen Sterne der ersten Größe gehören zu demselben Sternbilde noch fünf Sterne zweiter, ein Stern dritter, und fünf Sterne vierter Größe. Wegen der großen und schönen Sterne nimmt sich dieses Gestirn ungemein prächtig aus.

Zwei Sterne zweiter Größe stehen am

Rücken und ein Stern derselben Größe steht am Schwanze dieses Sternbildes. Alle drei bilden zusammen ein Dreieck. Geht man von diesem Dreiecke nach Westen hin fort, so sieht man einen Stern zweiter Größe an der einen Hinterpfote des Hundes; und gerade über demselben, vor dem Sirius, bildet einer die gestreckte Vorderpfote. Hinter dem Sirius, am Ohr des Hundes, aber steht derjenige Stern dritter Größe, welcher Isis heißt und mit einigen kleinern Sternen den Kopf des Hundes formirt.

Ist die Sonne in das Bild des Löwen getreten, so erscheint Sirius kurz vor Aufgange der Sonne in der Morgendämmerung. Alsdann nehmen die sogenannten Hundstage ihren Anfang, welche also von diesem himmlischen Hunde ihren Namen haben. Da nun in demselben Monate die Sonnenhitze gewöhnlich groß ist, so schilderten die abergläubischen Sterndeuter den Hundsstern als einen sehr hitzigen Stern und schrieben ihm die Ur-

sache der starken Hitze zu, welche in den Hundstagen statt findet.

Der Fluß Eridanus nimmt am westlichen Fuße des Orion, da wo Rigel steht, seinen Anfang. Von hier aus krümmt er sich erst unter dem Stiere gen Westen bis an den Wallfisch fort, und dann geht er wieder eine Strecke nach Südwesten unter den Horizont hinab, wo er noch ziemlich weit am südlichen Himmel, von uns ungesehen, sich fortschlängelt.

Der Eridan-Fluß (welcher den Po in Italien vorstellen soll) enthält einen Stern erster Größe, acht Sterne dritter und neun und zwanzig Sterne vierter Größe. Den Stern erster Größe, Achernar genannt, sehen wir in unsern Gegenden der Erde nie, weil er immer tief unter dem Horizonte verborgen bleibt. Aber von der dritten Größe können wir sieben und von der vierten eine große Anzahl bei uns sehen. Diese bilden insgesammt die vielfältigen Krümmungen des Flußes zwischen dem Orion und Wallfische.

Vor dem Rigel und Haasen, gen Westen, stehen innerhalb der Krümmungen des Eridan-Flußes drei Sterne vierter Größe in einer geraden Reihe von Süden nach Norden herauf. Diese bilden den Brandenburgischen Zepter, welcher vor 130 Jahren von dem Astronomen Kirch in die Sterncharten gesetzt worden ist.

Zwischen dem Eridan-Fluße und dem Wassermanne, weiter nach Westen hin, erblickt man das große Gestirn des Wallfisches. Mit dem Kopfe stößt dieses Sternbild an den Stier und Widder; der übrige Körper desselben erstreckt sich unter den beiden Fischen hin und von da gen Westen bis an den Wasserguß des Wassermanns.

Man zählt in dem Wallfische zwei Sterne zweiter, neun Sterne dritter und zehn Sterne vierter Größe. Von den beiden Sternen zweiter Größe steht einer am Rachen des Wallfisches. Dieser heißt Menkar; er bildet mit dem Algol (oder auch mit dem Me-

dusenkopfe) und dem Aldebaran ein ziemlich gleichseitiges Dreieck. Hierdurch kann man ihn am besten erkennen. Der andere Stern zweiter Größe steht am Schwanze dieses großen Thieres. Leicht findet man diesen, wenn man, im December Abends gegen 8 Uhr, vom Polarsterne mitten durch den Gürtel der Andromeda eine gerade Linie bis an den Horizont herunter zieht. In dieser Linie steht er dann nicht hoch über dem Horizonte.

Die übrigen Sterne der dritten und vierten Größe sieht man, bei heiterm Wetter, zum Theil zwischen jenen beiden, zum Theil auch über und unter ihnen im Kopfe, an der Brust, an den Füßen, am Rücken, am Bauche und am Schwanze.

Genau in Süden, ganz tief am Horizonte, ist zu Anfang Novembers, Abends um 8 Uhr, der Australfisch sichtbar. Mit seinem Maule fängt dieses Sternbild den Wasserguß des Wassermanns auf; der schon bekannte Stern erster Größe am Maule des süd-

lichen Fisches, Fomahand, glänzt nahe dabei. Zu dem Australfische gehören auch noch vier Sterne dritter und zehn Sterne vierter Größe.

Wenn man gegen Ende Aprils, Abends um 11 Uhr, das Auge gerade nach Süden an den Horizont richtet, so sieht man da ganz tief an letzteren zwei Sterne dritter und einige Sterne vierter Größe, und zwar an der Stelle, wo vor ihnen ganz tief am Gesichtskreise das bekannte Skorpionsherz (Antares) glänzt. Diese Sterne der dritten und vierten Größe gehören zu dem Centaur, welcher in unseren Gegenden der Erde nur mit seinem obern Theile über den Horizont kommt, während sein unterer Theil uns nie sichtbar wird. Dieser untere Theil enthält einen Stern erster Größe und noch mehrere andere helle Sterne. Auf Globen und Sterncharten hat der Centaur eine Gestalt halb Mann und halb Pferd, mit einer Lanze, die zum Tödten eines Wolfs bestimmt ist.

Zu Ende des März-Monats, Abends um 10 Uhr, erblickt man am südlichen Himmel die große Wasserschlange. Der Kopf dieses Sternbildes liegt nahe am Krebse; der Bauch aber krümmt sich unter dem Löwen nach Osten hin, und der Schwanz endigt sich unter den Füßen der Jungfrau, oder über dem Kopfe des in Südosten aufgehenden Centaurs.

Das Sternbild der großen Wasserschlange enthält einen Stern zweiter, zwei Sterne dritter und fünfzehn Sterne vierter Größe. Um den Stern zweiter Größe zu finden, braucht man nur in Gedanken eine gerade Linie vom äussersten Sterne am Schwanze des großen Bären gerade durch das Löwenherz bis an den südlichen Horizont zu ziehen. In dieser Linie steht der Stern fast mitten zwischen dem Löwenherzen und dem Horizonte. Er führt den Namen Alphard oder das Herz der großen Wasserschlange.

An dem Kopfe dieser Schlange, unter dem Krebse, sieht man einige Sterne vierter

Größe. Diejenigen von der dritten und die übrigen von der vierten Größe, welche den Bauch und Schwanz vorstellen, stehen unter dem Alphard in gekrümmten Reihen nach Südosten hin.

Der Becher und der Rabe stehen auf der Wasserschlange. Den ersten findet man in der Mitte zwischen dem Horizonte und Löwen-Schwanze. Nämlich mehrere Sterne der vierten Größe bilden da den Becher in der Form eines Ringes. Ueber diesen Sternen gen Osten, befindet sich der Rabe, welcher aus drei Sternen dritter, zwei nahe dabei blinkenden Sternen der vierten Größe, nebst einigen ganz kleinen Sternen besteht.

Der zwischen dem Schlangenherzen und dem großen Löwen befindliche Uranische Sextant enthält nur einen Stern der vierten Größe und einige kleinere Sterne. Hevel hat ihn zum Andenken eines astronomischen Instruments, das der berühmte Tycho

de Brahe auf der Uranienburger Sternwarte gebrauchte, an den Himmel gesetzt.

Zu Anfang des Frühlings, Abends um 8 Uhr, erblickt man am Horizonte, gerade nach Süden, neben dem untern Theile des großen Hundes, östlich ein Stück vom Schiffe Argo, und zwar nur einige Sterne der dritten und vierten Größe. Den Stern erster Größe desselben Sternbildes, welcher dem Sirius an Glanz beinahe gleich kommt, so wie dessen sechs Sterne zweiter, zwölf Sterne dritter und dreizehn Sterne vierter Größe verbirgt für unsere Gegenden der Horizont beständig. In Aegypten und Arabien, auch zum Theil in Griechenland, sind sie zu sehen, obgleich nur tief am südlichen Horizonte.

Dieses an den Himmel gesetzte Schiff soll, nach den Fabeln der Alten, dasjenige seyn, welches Neptun und Minerva von einem Thessalier, mit Namen Argo, bauen ließen und worauf die Argonauten ihre berühmte

Fahrt nach Kolchis unternahmen, um das goldene Bließ zu erobern.

Zwischen dem Kopfe der großen Wasserschlange und dem Orion, über dem großen Hunde, steht das Einhorn. Dieses Gestirn faßt zehn Sterne der vierten Größe, nebst einigen kleinern in sich, die in einem großen Raume sehr weitläuftig verbreitet sind. Mitten über dem Einhorne aber befindet sich der kleine Hund, welcher einen Stern erster Größe, Procyon genannt, und einen Stern dritter Größe enthält.

Mitten zwischen dem Sirius und Pollux, nur etwas östlich, findet man den kleinen Hund. Procyon fällt daselbst gleich in die Augen, weil er an der einen Seite des Hundes glänzt. Von demselben etwas nach Nordwesten hinauf erblickt man den Stern der dritten Größe. Er befindet sich an dem Halse des Sternbildes.

Noch findet man an dem südlichen Himmel, außer den genannten Sternbildern, den Altar, die südliche Krone, den Kra-

nich, den Phönix, den fliegenden Fisch, die Eiche Karls des Zweiten (Königs von Großbritannien), das Kreuz, die südliche Fliege, das Chamäleon, den Paradiesvogel, den südlichen Triangel, den Pfau, den Indianer, die amerikanische Gans, das kleine Wölkchen, die kleine Wasserschlange, das große Wölkchen, und den Goldfisch.

Alle diese Sternbilder sind bei uns nie zu sehen; Tag und Nacht drehen sie sich unter dem Horizonte um den Südpol herum. Erst seit ein Paar hundert Jahren, wo die südliche Halbkugel der Erde mehr bereist wurde, sind sie von verschiedenen europäischen Astronomen beobachtet und auf die Globen und Sterncharten gesetzt worden. Südliche Krone und Altar allein haben schon die ältern alexandrinischen Astronomen gekannt und in ihre Sternenverzeichnisse aufgenommen.

Zwischen allen beschriebenen Sterngruppen stehen freilich noch viele einzelne ganz

kleine Sterne, von denen manche schon in Bilder gebracht sind, wenn man sie auch nicht auf allen Sterncharten findet. So nennt man z. B. diejenigen Sterne des nördlichen Himmels, welche den Raum innerhalb dem Schlangenträger, dem Cerberus, dem Adler und Sobieskischen Schilde einnehmen, polnischen Stier. Es kommen darin nur einige Sterne der vierten Größe vor. So bilden einige kleine Sterne zu den Füßen der Cassiopeja über dem Kamelopard das Rennthier. Indessen rechnet man diese Sterne bisweilen auch zum Cepheus oder zur Cassiopeja. So hat ferner vor ohngefähr sechszig Jahren der berühmte französische Astronom de la Caille, der sich lange Zeit am Vorgebirge der guten Hoffnung aufhielt, noch viele Bilder an den Himmel gesetzt, wie die Bildhauer-Werkstatt, den chemischen Ofen, den Grabstichel, den Seekompaß, die Luftpumpe, das Lineal und Winkelmaaß, das Teleskop, die Pendeluhr, das Rhom-

boidische Netz, das Mikroskop, den Zirkel, den Tafelberg und den Seeoktant. Aber auch alle diese Bilder, sammt den vorigen, nehmen noch nicht alle Sterne auf, welche am Himmel zu finden sind; es sind immer noch Zwischenräume da, worin ganz kleine Sternchen blinken, welche in jene Gruppen nicht mit eingefaßt sind. Solche unfigurirte Sterne, wie man sie gewöhnlich nennt, pflegt man mit griechischen oder lateinischen Buchstaben zu bezeichnen. Um sie leicht zu finden, so braucht man nur die Sternbilder, in deren Nähe sie liegen, mit zu Hülfe zu nehmen.

Fünftes Kapitel.

Die doppelten und die mehrfachen Sterne, und die Nebelsterne.

Daß manche Sterne, welche dem bloßen Auge einfach erscheinen, durch Fernröhre doppelt gesehen werden, wissen wir bereits. Es giebt aber auch solche, die sich, durch Fernröhre betrachtet, in dreifache und mehrfache Sterne gleichsam auflösen. Solche zweifache, dreifache und mehrfache Sterne stehen wohl sehr nahe beisammen; sie können aber auch beinahe in derselben geraden Linie hinter einander stehen, und zwar so, daß sie für das freie Auge einander zu decken scheinen. Ihre Entfernung von einander kann dann unermeßlich seyn. Es exi-

Bayerische Staatsbibliothek München

stiren ziemlich viele solcher Doppel- und mehrfachen Sterne. Herschel giebt Verzeichnisse von mehreren Hunderten derselben. Ja, man hat schon gegen Tausend derselben bemerkt.

Die Fixsterne funkeln stark, wenn man sie mit bloßen Augen betrachtet; jeder Stern scheint nämlich ringsherum mit, aus ihm herausströmenden, leuchtenden Strahlen und Spizen besetzt zu seyn, welche bald an der einen, bald an der andern Seite mehr hervorschießen. Beobachtet man sie aber durch Fernröhre, so sieht man kein solches Funkeln mehr; die Spitzen und Strahlen verschwinden dann, aber der Stern selbst sieht nicht mehr so groß aus, obgleich er dem Auge deutlicher wird. Diese Erscheinung hat Aehnlichkeit mit dem Lichte einer Lampe, welche zur Nachtzeit leuchtet. Auch dieses Licht erscheint in der Ferne groß, zackig und matt, in der Nähe aber klein, hell und ausgezackt.

Die Ursache des Funkelns kann daher nicht in den Sternen selbst liegen, sondern nur un-

Bayerische Staatsbibliothek München

sere atmosphärische Luft, mit den in ihr oft sehr ungleichförmig verbreiteten Dünsten, muß Schuld daran seyn. In diesen Dünsten brechen sich die Strahlen der Sterne bald mehr, bald weniger, so, daß sie dann gleichsam zitternd in unsere Augen gelangen. Ueber hohen Bergen, wo in der dünnen Luft viel weniger Dünste sich befinden, funkeln die Sterne wirklich nicht. Sie funkeln aber desto stärker, je feuchter die Luft über unserm Auge ist.

Leicht einzusehen ist es auch, daß Fixsterne bei einerlei Beschaffenheit der Luft und bei einerlei Standorte unseres Auges desto mehr funkeln müssen, je heller ihr Licht ist. Planeten haben kein so helles Licht, als die Fixsterne. Deswegen funkeln sie auch nicht so sehr, wie diese, sondern glänzen viel ruhiger.

Mit bloßen Augen sehen wir am Himmel auch einige milchfarbig schimmernde Flecken, welche, wenn man sie durch gute Fernröhre betrachtet, in sehr viele kleine und scheinbar sehr nahe zusammengedrängte Sterne

sich auflösen. Diese Flecken sind also weiter nichts als Mengen von Sternen, die nach einerlei Gegend des Himmels hinstehen und wahrscheinlich wegen ihrer ungeheuren Entfernung von uns so klein erscheinen. Schon die Plejaden (S. 24.) sind solche Sternmengen, die, mit bloßen Augen betrachtet, nur einen schwachen Lichtschimmer darstellen, während die Beobachtung durch Fernröhre diesen Schimmer in mehr wie sechszig kleine Sterne verwandelt. Aber auch im Krebse, im großen Bären, im Perseus, im großen Hunde und noch in vielen andern Sternbildern kommen dieselben Erscheinungen vor.

Indessen giebt es am Himmel auch solche schimmernde Flecken, welche selbst durch die besten Fernröhre nur als glänzender Nebel von verschiedener Gestalt erscheinen. Oft erkennt man darin nur eine oder nur wenige Stellen als Sterne, oft aber auch gar keine. In jenem Falle pflegt man sie Nebelsterne, in diesem Nebelflecken zu

nennen. Zu ihnen gehört der hell glänzende Nebelstern am Schwerdte des Orion, der am Gürtel der Andromeda und noch mancher andere. Ueberhaupt erblickt man durch gute Fernröhre viele hundert derselben am Himmel. Was man von solchen Nebelflecken halten kann, wird das 7te Kapitel darlegen.

Eine ähnliche Erscheinung als Nebelsterne und Nebelflecken ist auch die Milchstraße, ein ununterbrochener, weißlich schimmernder Streifen oder Gürtel, welcher fast in der Lage eines größten Kreises sich um die ganze Himmelskugel herum erstreckt, an einigen Stellen eine größere Breite als an andern besitzt, an einigen Stellen einfach und an andern in mehrere Streifen getheilt ist. Sie zieht sich durch folgende Sternbilder hin: durch die Cassiopeja, den Perseus, den südlichen Theil des Fuhrmanns, den östlichen Arm des Orions, die Füße der Zwillinge, den Monoceros, das Schiff (wo ihr Lichtschimmer am lebhaftesten ist), die Füße des Centaurs, das Kreuz, das

südliche Dreieck, den Altar, den Schwanz des Skorpions, den Bogen des Schützen (von wo an, bis zum Schwan, sie in getheilten Streifen erscheint), den östlichen Theil des Ophiuchus, das Sobieskische Schild, den Schwanz der Schlange, den Adler, den Pfeil, den Fuchs mit der Gans, den Schwan, den Kopf des Cepheus bis wieder zur Cassiopeja.

Ohnstreitig besteht auch diese Milchstraße, wenigstens großen Theils, aus ungeheuer vielen Sterngruppen, welche in einer unermeßlichen Entfernung von uns befindlich sind, zum Theil aber auch wohl nur aus dem Lichtnebel, dessen Eigenschaften im 7ten Kapitel näher betrachtet werden. Von der Ordnung, worin jene unzählbaren Sterngruppen, ohnstreitig in verschiedenen hinter einander liegenden Schichten, vertheilt sind, so wie von der Art dieser Gruppen, wird gleichfalls im siebenten Kapitel die Rede seyn.

Die angeführten Sternbilder, durch welche die Milchstraße sich hinzieht, verläßt diese nie;

daher verändert sie ihre Lage in Hinsicht der Weltgegenden eben so beständig, wie jene Sternbilder es thun, weil sich ja der ganze Himmel binnen 24 Stunden scheinbar umdreht. An ihren Rändern ist sie nie recht scharf begränzt; sie bildet da auch hin um wieder kleine Krümmungen.

Sechstes Kapitel.

Die verschwundenen Sterne, die neuen Sterne und die veränderlichen Sterne oder Wundersterne.

Zu den merkwürdigsten Erscheinungen am Himmel gehören auch noch die verschwundenen Sterne, die neuen Sterne, und die veränderlichen Sterne oder Wundersterne. Nämlich einige Fixsterne, die man ehemals gesehen hat, findet man nicht mehr. Andere hingegen, welche früher nicht bekannt waren, erschienen in der Folge. Diese Sterne nennt man neue Sterne. Manche Fixsterne nehmen auch, wenn sie eine Zeitlang sichtbar gewesen sind, an Glanz und Größe ab, verschwinden auch wohl ganz, erscheinen hernach wieder, nehmen an Glanz

und Größe wieder zu, und verändern überhaupt ihre scheinbare Größe. Diese sind die sogenannten veränderlichen Sterne oder Wundersterne.

Im Jahr 1572 erschien zu Anfange Novembers in der Cassiopeja ein neuer Stern, der nach wenigen Tagen so hell glänzte, daß er die Venus, wenn sie in ihrer größten Pracht sich zeigt, an scheinbarer Größe und Helligkeit übertraf, ja sogar bei hellem Tage sichtbar war. Von da an aber wurde er allmälig wieder kleiner; im März 1574 verschwand er wieder völlig. Der berühmte Tycho de Brahe und andere gleichzeitige Astronomen haben diese Erscheinung beobachtet.

Eben so sah auch Kepler einen neuen Stern im Ophiuchus. Im October 1604 übertraf dieser Stern bald die Sterne der ersten Ordnung an Glanz und Größe; alsdann aber wurde er allmälig wieder kleiner und im October 1605 verschwand er wieder gänzlich.

Im Jahr 1670 beobachtete ein gewißer

Pater Anthelm am Kopfe des Fuchses ebenfalls einen solchen neuen Stern, welcher aber nur bis zur dritten Größe heranwuchs, nach zwei Monaten schon wieder verschwand, im folgenden Jahre 1671 von dem berühmten Hevel wieder gesehen wurde und seit dem Jahre 1672 nie wieder erschien.

Einige Sterne, welche von den ältern Astronomen zu den kleinern gerechnet wurden, giengen später in die Classe der größern Sterne über; dagegen rechnet man jetzt mehrere Sterne unter die kleinern, welche ehedem zu den größern gehörten. So zählte man z. B. noch vor hundert Jahren den Athair, den bekannten hellen Stern im Adler, zu den Sternen zweiter Größe; jetzt ist er ein Stern erster Größe geworden. So war ehedem ferner derjenige kleine Stern, welcher gleich unter dem Athair schief gegen Osten steht, ein heller Stern dritter Größe; jetzt gehört er kaum noch zu den Sternen vierter Größe und wahrscheinlich verschwindet er endlich ganz.

Hieraus ergiebt es sich auch deutlich genug, wie es gekommen ist, daß die alten Astronomen manche kleine Sterne sahen und auf ihre Sterncharten setzten, welche wir jetzt nicht mehr finden können, und daß wir manche Sterne nicht mehr mit bloßen Augen, sondern nur durch Fernröhre sehen, welche die Alten ohne Augen-Bewafnung beobachteten.

Zu den veränderlichen Sternen oder Wundersternen, welche die Stärke ihres Glanzes ordentlich periodisch verändern, bald groß, bald klein sich zeigen, gehört Algol im Kopfe der Meduse. Er vollendet seinen Lichtwechsel jedesmal nach 69 Stunden. Durch 62 Stunden erscheint er als ein Stern zweiter Größe; nachher durch 3½ Stunden nimmt er so ab, daß er zu einem Sterne der vierten Größe wird; und nach eben so viel Zeit erlangt er seine vorige Größe wieder.

Auch steht ein Stern am Halse des Schwans, welcher 405 Tage zu seinem periodischen Lichtwechsel gebraucht. Am Halse des

Wallfisches erscheint ein Stern allemal nach 334 Tagen als ein Stern dritter Größe; aber je nach eben so vielen Tagen ist er eine Zeitlang ganz unsichtbar; u. s. f.

Herschel hält die veränderlichen Sterne für Fixsterne, welche auf ihrer Oberfläche sehr bedeutende dunkle Flecken haben, oder in denen wenigstens große Stellen mit weniger lebhaftem Lichte leuchten, als die übrigen Stellen. Wenn nun ein solcher Weltkörper um seine Axe sich dreht, so können bald die lebhaft leuchtenden, bald die dunkeln Stellen nach uns hingekehrt seyn. Der Fixstern kann uns daher das eine Mal größer (eigentlich leuchtender), das andere Mal kleiner erscheinen.

Selbst ältere Erklärungen über die veränderlichen Sterne stimmen mit Herschels Meinung wenigstens darin überein, daß bei ihnen ebenfalls eine Axendrehung dieser Fixsterne zum Grunde gelegt ist. Ein Pater Bouillard hält die veränderlichen Sterne für Sonnen, deren eine Hälfte leuchtend, die

andere dunkel ist. Der berühmte Maupertuis glaubt, dieselben Sterne seyen Weltkörper, welche durch eine äusserst schnelle Axendrehung eine sehr abgeplattete, beinahe linsenförmige Gestalt erhalten haben. Durch irgend einen nahen Weltkörper, meint er, seyen ihre Axen so verändert worden, daß sie bald ihre flachen, bald ihre schmalen Seiten gegen uns kehren. — Herschels Erklärung ist ohnstreitig viel wahrscheinlicher.

Siebentes Kapitel.

Die Ordnung des Fixsternen-Heers.

Der Anblick des gestirnten Himmels, so wie alle bisherigen Betrachtungen, zeigen deutlich genug, daß die Sterne ungleich am Himmel verbreitet sind, daß manche Stelle des Himmels mit größern und glänzendern Sternen prangt; andere Stellen unserm Auge nur ein dichtes Gedränge von kleinern Sternen darbieten, u. dgl. Es scheint also in der Verbindung der unzählichen Weltkörper keine Regel und Ordnung statt zu finden.

Ohnstreitig dürfen wir annehmen, daß die Fixsterne eine ungleiche Entfernung von uns haben, daß sie gleichsam in Schichten hinter einander stehen. Wir erblicken also an gewißen Stellen des Himmels einen gro-

ßen Sternhaufen oft deswegen, weil hier mehrere Schichten von Sternen hinter einander sich befinden, obgleich der Sternhaufen auch davon herrühren kann, daß in einer Schichte die Sterne zahlreicher sind.

Im Allgemeinen sind uns wohl die klein erscheinenden Sterne die entferntesten, die größer aussehenden die nächsten, obgleich gewiß auch manche klein erscheinende Sterne nicht so entfernt als größer aussehende, sondern wirklich kleine schwach leuchtende Weltkörper seyn mögen. So ist im Allgemeinen z. B. ein Stern sechster Größe wohl entfernter, als ein Stern erster Größe.

Daß an der größern Kleinheit der Sterne vorzüglich die größere Entfernung derselben Schuld ist, wird auch dadurch sehr wahrscheinlich, daß wir die Anzahl der gleich großen Sterne desto ansehnlicher finden, je kleiner die Sterne sind. Wenn nämlich alle Sterne gleich groß wären und in ziemlich regelmäßigen

Schichten um uns herumständen, so würden in der ersten Kugelschicht viel weniger Sterne Platz finden, als in der zweiten weit ausgedehntern, in der zweiten wieder weniger, als in der dritten u. s. f. Denn die Oberfläche jeder Kugel ist ja desto geräumiger, je größer ihr Halbmesser oder Durchmesser ist. Es müßte also mehr Sterne der zweiten Größe, als der ersten, mehr Sterne der dritten Größe, als der zweiten geben, u. s. f.

Erblicken wir nun sehr viele gleich erscheinende Sterne dicht neben einander, so dürfen wir wohl vermuthen, diese Sterne gehören zusammen und bilden eine gewiße Gruppe mit einander. Bemerken wir aber, daß in einer andern Gegend sich Sterne aller Ordnungen zeigen und zwar desto mehr, je mehr wir unsere Augen anstrengen oder je bessere Fernröhre wir zu Hülfe nehmen, so dürfen wir wohl schließen, es liegen hier zahlreiche Sternenschichten in immer größern und größern Entfernungen hinter einander.

Wenn

Wenn es auch Doppelsterne giebt, die nur scheinbar einander nahe sind, so darf man doch wohl annehmen, daß die meisten Sterne dieser Art aus zusammengehörigen, nahe bei einander stehenden Sternen von sehr ungleicher Größe bestehen, um so mehr, da Herschel und Bessel beobachtet haben, daß diese Doppelsterne sich um einander herum bewegen, wie die Planeten in unserm Sonnensystem. Bessel, ein berühmter Königsberger Astronom, machte vor einigen Jahren sogar die Entdeckung, daß ein Stern im Schwane, der einen kleinen Nebenstern hat, seit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts seine Stellung gegen die übrigen benachbarten Sterne sehr merklich veränderte und jenen kleinen Nebenstern mit sich führte; ferner, daß der kleine Stern, obgleich er in der Nähe des größern blieb, seine Stellung gegen denselben so änderte, daß an einem Umlaufe um den größern nicht mehr gezweifelt werden konnte.

Eben solche Aenderungen in der Stellung derjenigen Sterne, welche zusammen einen Doppelstern bilden, hat auch Herschel wahrgenommen. Und vermöge dieser Entdeckungen ist wohl der Schluß nicht unnatürlich: die Doppelsterne sind Systeme von Sonnen, die sich um einander bewegen. — Zur völligen Gewißheit können wir diesen Schluß freilich noch nicht erheben.

Herschels vielfältige Beobachtungen haben dargethan, daß durch stärkere und stärkere Fernröhre, vorzüglich in der Gegend der Milchstraße, immer neue Sterne, fast in unendlicher Zahl, aus immer größern Fernen herüberglänzen, daß aber in den weit von der Milchstraße abliegenden Gegenden des Himmels, wo unsern bloßen Augen zahlreiche kleine Sterne sich zeigen, das stark bewaffnete Auge große Räume findet, in denen kein Stern blinkt.

Das ganze Sternenheer, zu welchem auch unsere Sonne gehört, nimmt daher wohl einen

stark abgeplatteten Raum ein und macht gleichsam eine ungeheure Schicht von Sternen aus, deren Breite nach derjenigen Richtung hin viel größer als ihre Dicke ist, wo uns die um den ganzen Himmel gehende Milchstraße erscheint. Herschel glaubt annehmen zu können, daß seine besten Fernröhre überall ziemlich sicher bis zu den Gränzen der Sternhaufen reichen. Er zählte einzelne Sterne, die er nach verschiedenen Richtungen an einzelnen Stellen des Himmelsgewölbes sah; und da fand er in denjenigen Gegenden des Himmels, die weit von der Milchstraße ab lagen (gleichsam nach den Polen der Milchstraße hin, wenn man diese als einen Aequator ansieht), oft nur einen Stern in dem Felde seines Fernröhrs oder in dem Raume, den sein Fernrohr auf einmal faßte, während er nahe bei der Milchstraße in demselben Raume zuweilen 600 Sterne zählte. Er beobachtete dieses Gedränge der Sterne fortdauernd, und berechnete die Zahl der kenntlichen Sterne, welche nahe an der

Milchstraße in einer Viertelstunde durch sein Gesichtsfeld giengen, auf nicht weniger als 116,000.

Solche Zählungen könnte man über den ganzen Himmel fortsetzen und dadurch eine ziemlich sichere Kenntniß jedes zu einem System vereinigten Sternhaufens erhalten; und da würden wir dann auch finden, daß die Ausdehnung des gesammten Sternen-Heers nach der einen Richtung um viele Billionen Meilen größer sey, als nach der andern.

So hat Herschel einen zusammengeordneten Sternhaufen in einem Raume ausgebreitet gefunden, den man wenigstens tausend Billionen Meilen tief, und gegen vier tausend Billionen Meilen nach der Gegend der Milchstraße hin ausgedehnt, annimmt. Dieser Haufen scheint abgesondert von andern Sternsystemen im Weltraume, gleichsam wie eine Insel, da zu stehen. Denn nach den Polen der Milchstraße hin entdeckt das aufs stärkste bewaffnete Auge keine neue einzelne Sterne

mehr. Aber jenseits dieses leeren Raumes finden sich neue vereinigte Sternenheere.

Solche Sternenheere nun sind über bedeutende Gegenden des Himmels ziemlich gleichförmig, mit einer fast regelmäßigen starken Verdichtung nach der Milchstraße hin, ausgestreut. Aber außer ihnen giebt es noch einzelne Sternhaufen, aus unzählig vielen kleinen Sternen bestehend, die auf einen Raum von wenigen Minuten im Durchmesser zusammengedrängt sind. Auch diese Sternhaufen scheinen eben solche zusammengeordnete Sternensysteme, wie das vorhin erwähnte große Sternenheer zu seyn.

So wie nun unsere Sonne weit entfernt von andern Sonnen im Weltraume allein steht, damit diese auf jene keine nachtheilige Wirkung durch die Schwerkraft äußern können, so mag auch wohl jedes Sternensystem von dem benachbarten Sternenheere durch einen verhältnißmäßig größern Zwischenraum getrennt seyn. Auf diese Weise ließe sich denn

jedes System als ein abgeschlossenes Ganzes betrachten.

Die schon mit bloßen Augen wahrgenommenen Sternhaufen sind wahrscheinlich Gruppen von Sternen, die in dem großen Sternenheere ein System von geringerer Ordnung bilden. Aber außer diesen Sterngruppen entdeckt man mit guten Fernröhren noch tausende von matt glänzenden Fleckchen, die als mehr oder weniger leuchtende Nebel erscheinen. Unter diesen Fleckchen hat Herschel mit seinen trefflichen Fernröhren eine große Anzahl wahrgenommen, die sich als Haufen unzähliger Sterne zeigten. Herschel beschreibt diejenigen als die schönsten, welche rund, und gegen die Mitte hin mit stark zunehmendem Glanze erscheinen. Bei ihnen entdeckt man am Rande einzelne gleichsam über die eigentlichen Gränzen hinaus zerstreute höchst feine Sternchen. Aber gegen die Mitte zu ist das Gedränge von Sternen immer dichter und dichter. Im Mittelpunkte selbst bilden mehrere,

gleichsam in einander laufende Sterne einen schönen leuchtenden Kern. Ohnstreitig ist die Entfernung dieser Sterne von uns so groß, daß wir sie wohl auf 50,000 Billionen Meilen schätzen dürfen.

Mehrere hundert solcher Sternhaufen haben wir mit Sicherheit kennen gelernt. Aber der ganze uns sichtbare Himmel ist noch lange nicht mit den größern Fernröhren durchsucht. Obgleich jedes dieser Sternenheere abgesondert von den umgebenden ähnlichen Systemen zu stehen scheint und zwischen ihnen immer ein ansehnlicher Raum sich befindet, so mag doch wohl unter ihnen allen in Hinsicht des ganzen Weltgebäudes die gehörige Zusammen-Ordnung statt finden.

Ungemein viele dieser entfernten Sternhaufen sieht man in der Nähe der Milchstraße. Ohnstreitig bilden sie gleichsam eine Fortsetzung des unermeßlichen Sternenlagers, welches sich nach der Richtung der Milchstraße um uns herumzieht.

Die entfernten Sternenheere sind indessen keinesweges blos auf die Milchstraße allein eingeschränkt. Herschel fand schon längst noch zwei Gegenden, welche eine ganze Kette ähnlicher Sternsysteme durch einen ansehnlichen Theil des Himmels enthalten. Wahrscheinlich wird die Zeit noch kommen, wo wir in dem für unsere Fernröhre unübersehbaren Theile des unendlichen Raumes noch mehrere deutlich verbundene Sternhaufen entdecken werden.

So übersteigt also die Zahl der Welten in dem unendlichen Himmelsraume ganz unsere Vorstellung. Immer entdecken wir, durch Hülfe der vollkommensten Sehröhre, noch neue zusammengeordnete Sternenheere. Aber schwerlich möchten wir wohl so weit damit kommen, daß unser bewaffnetes Auge die Gränze des Weltgebäudes erreicht. Wir wissen, daß viele Fixsterne eine, wenn auch wenig merkliche, Bewegung haben. Vielleicht drehen sich Sonne und Sternenheere in unendli-

chen Kreisen um eine Centralsonne; vielleicht nähern sich die Weltkörper einander durch anziehende Kräfte; vielleicht stürzen nach Millionen oder Billionen von Jahren ganze Systeme zusammen, und vielleicht entstehen dafür wieder neue Welten. Doch, unser Wissen ist viel zu eingeschränkt, unsere Kenntnisse in der erhabensten Wissenschaft sind bei aller Größe wieder viel zu schwach, als daß unsere Forschungen mit Sicherheit bis zu dieser Stufe von Erkenntniß sich zu heben vermöchten!

Herschel hat Sternhaufen gesehen, wovon er glaubt, sie bildeten sich erst. Nämlich die Sterne dieser Haufen stehen theils ganz zerstreut, theils bilden sie Linien, die nach einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte hin gehen, wo gewöhnlich einige hellere Sterne sich befinden. So scheint es, als würden die Sterne nach einem Punkte hingezogen, welcher den Mittelpunkt des werdenden Systems abgeben soll. Andere Sternhaufen er-

scheinen schon mehr ausgebildet. Noch andere sind schon deutlich und bestimmt begränzt; diese bilden zusammen gleichsam einen regelmäßigen Kugelhaufen. Viele solche rund erscheinende Haufen kennen wir. Um den Mittelpunkt sind sie verdichtet, weil da die Zahl der Sterne viel stärker ist, als sie bei einer gleichförmigen Austheilung durch den ganzen Kugelraum seyn könnte. Hier wäre also wirklich ein Heer von Sternen um einen einzigen anziehenden Mittelpunkt versammelt; und dies ist wahrscheinlich der letzte Grad der Ausbildung eines aus Tausenden von Sternen bestehenden Systems.

Bis jetzt ist nur der kleinste Theil des ganzen Himmels mit den stärksten Fernröhren untersucht worden. Herschel macht die interessante Bemerkung, daß sein großes vierzigfüßiges Teleskop für einzelne Sterne ohngefähr 190 mal so weit zu sehen verstatte, als das bloße Auge sieht, und daß ebendasselbe Fernrohr den vereinigten Glanz eines Ster-

nenheers von etwa 50,000 Sternen noch zeigen müsse, wenn sie auch 12,000 mal so weit entfernt wären, als die dem bloßen Auge nur so eben noch kennbaren Sterne. Aber um diesen ganzen Raum, dessen äusserste Gränze ohngefähr 400,000 Billionen Meilen von uns entfernt wäre, mit dem vierzigfüßigen Teleskope und mit tausendmaliger Vergrößerung zu durchsuchen, würde ein Beobachter gegen 800 Jahre Zeit gebrauchen müssen, weil es jährlich kaum 100 Stunden giebt, die zu diesen Himmels-Beobachtungen tauglich sind. — Hieraus sieht man nun, wie wenig im Ganzen noch dasjenige ist, was Herschel binnen 30 Jahren der sorgfältigsten Beobachtung zu entdecken vermochte, so sehr er dadurch die Sternkunde auch weiter brachte.

Mehrere Nebelflecken oder Lichtnebel, welche wir am Himmel sehen, lösen sich durch starke Fernröhre in unzählig viele einzelne Sterne auf. Andere aber erscheinen unter den stärksten Fernröhren nur als Nebel;

diese zeigen sich desto gleichförmiger und neblichter (oder milchigter), je bessere Fernröhre man auf sie richtet. Auch unter den Nebelflecken letzterer Art sind gewiß viele, die aus sehr entfernten Sternhaufen bestehen; die Sterne derselben sind zu klein und stehen zu gedrängt, als daß man sie einzeln noch erkennen könnte.

Indessen bestehen manche Nebelflecken wahrscheinlich nur aus einer weit verbreiteten schwach leuchtenden Materie. Denn manche sind in der Länge und Breite mehr als 2 Grade groß. Diese müßten Sternsysteme von ungeheurer Größe seyn, wenn sie so entfernt wären, daß selbst unsere stärksten Fernröhre nicht die leiseste Spur von Sternen in ihnen geben könnten. Auch bemerken wir in einigen dieser Lichtnebel Veränderungen und Erscheinungen, die auf eine nicht so gar ausserordentlich große Entfernung hindeuten.

Der bekannte Nebelflecken im Orion zeigt fast bei jeder von Monat zu Monat an-

gestellten Beobachtung eine andere Gestalt und eine andere scheinbare Größe. Wollten wir nun annehmen, er wäre ein Sternhaufen, welcher ein ordentliches System bildete, mit Umdrehungen der verschiedenen Sterne um einander, so müßten wir uns denselben wieder ziemlich nahe denken, wenn die Verrückung seiner Gestalt und Größe dadurch so auffallend erscheinen sollte, als sie wirklich sich zeigt; und das stimmt wieder nicht damit überein, daß sich der Haufen auch mit dem am besten bewaffneten Auge nicht in einzelne kleine Sterne auflößt. Und daß dieser Nebelflecken im Orion nicht so gar entfernt ist, ergab sich auch aus folgender Beobachtung des fleißigen Herschels.

Dieser unermüdete Astronom bemerkte, daß einige ganz kleine Sterne, 8ter bis 9ter Größe, die er bei frühern Beobachtungen in den Nebel eingehüllt sah, damals mit einem eben so zerstreuten Lichte (einer hellen Dunsthülle, oder einer Art Hofe) umgeben sich zeigten,

wie wir es zu einer neblichten Zeit bei größern Sternen wahrnehmen. Es hatte ganz das Ansehen, als ob der Lichtnebel disseits läge, so daß die durch ihn hingehenden Strahlen der Sterne geschwächt zu uns gelangten. Bei spätern Beobachtungen waren dieselben Sterne von allem Nebel frei; man konnte daraus schließen, der Nebel gehörte den Sternen nicht an.

Ist uns nun der Nebel im Orion näher, als Sterne 8ter Größe, so darf man wohl vermuthen, daß alle ähnliche Nebel wenigstens nicht so gar weit über dieser Gränze hinaus liegen möchten; denn sonst müßten sie, wegen der Schwäche ihres Lichts, uns unsichtbar werden.

Sehr reichlich ist diese helle Nebelmaterie im Weltraume verbreitet. Ohnstreitig giebt es auch noch viele unentdeckte Nebelmassen, welche vielleicht alle nicht über zehnmal so weit, als die nächsten Sterne, von uns entfernt sind.

Es ist in der That nicht unwahrscheinlich, daß diese ungleich und unförmlich ausgestreuten Massen den Stoff zur Erschaffung neuer Welten enthalten. Es giebt zahlreiche Nebelflecken, welche, durch Räume von mehreren Quadratgraden ausgedehnt, mit mattem, beinahe gleichförmigem Lichte aus der Tiefe des Himmels hervorschimmern. Es giebt aber auch andere, welche zwar eben so unförmlich wie jene sind, aber durch manche glänzende Stellen sich auszeichnen. Diese glänzenden Stellen haben nichts regelmäßiges an sich. Endlich giebt es noch andere zahlreiche Lichtnebel mit runden glänzenden Stellen.

Wahrscheinlich ist der verstärkte Glanz dieser letztern Stellen eine Verdichtung des Lichtnebels. In der ganzen Natur sind ja anziehende Kräfte wirksam; daher kann es wohl seyn, daß auch jene Materie das Bestreben besitzt, sich nach gewißen Mittelpunkten hin zusammenzudrängen. Wenn nun wirklich eine solche anziehende Kraft der Grund

jener Verdichtungen ist, so ist es auch sehr denkbar, daß von der Nebelmasse sich immer mehr nach dem Mittelpunkte der Materie hinziehen, folglich diese daselbst immer dichter werden muß. So bilden sich dann die Nebeltheilchen zu kugelförmigen Massen, gleichsam aus lauter um einander herumliegenden concentrischen Lichthüllen bestehend, wovon die äußerste die lockerste ist.

Herschel zählt über vierhundert solcher runden Lichtnebel auf, welche von den äußersten Gränzen an, nach dem Mittelpunkte hin, allmälig an Verdichtung zunehmen. Bei einigen ist diese Verdichtung schwach, gleichsam erst anfangend; bei andern ist sie deutlicher; noch bei andern ist sie schon so weit vorgerückt, daß der Nebel einem Kometen gleicht, dessen hell glänzender Kern von der äußern Lichthülle sehr absticht. Der Kern bildet gleichsam schon einen Körper festerer Art, den nur noch eine leuchtende Nebel-Atmosphäre umgiebt.

Wenn

Wenn Gott auf diese Art wirklich die Sterne sich bilden läßt, so würden an die Lichtnebel sich wohl zuerst die Nebelsterne anschließen, die folglich den ersten Uebergang vom verdichteten Nebel bis zum wahren Sterne ausmachten. Die Nebelsterne zeigen sich nämlich nicht mehr als bloße Kerne verdichteter Nebel, sondern sie besitzen vollen Sternenglanz. Sie haben aber noch ganz deutlich eine Nebelschicht um sich herum, die bei einigen in der Nähe des Sterns dichter ist, in der Ferne an Dichtigkeit immer mehr abnimmt. Dies leitet natürlich auf die Vermuthung, daß der bisher nur noch matt, mit kometenähnlichem Lichte, glänzende Stern eine neue Veränderung seines Zustandes, vielleicht den letzten Grad der Verdichtung, erfahren habe und nun eine wirkliche Sonne geworden sey.

Noch giebt es eigne planetenähnliche Nebel, die als runde Scheiben scharf begränzt und mit einem Lichte sich zeigen, das mit dem Lichte der Planeten Aehnlichkeit hat. Die-

se Nebel haben eine sehr kleine Hülle eines dünnern Nebels um sich. Sie sind sehr groß. Denn ihr scheinbarer Durchmesser beträgt $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$, ja bei einigen fast 1 ganze Minute (also $\frac{1}{60}$ Grad). Diese Größe ist wirklich ungeheuer. Ist nämlich ihr scheinbarer Durchmesser auch nur $\frac{1}{2}$ Minute, und sind sie auch nur so weit von uns entfernt, als etwa Sterne 8ter Größe, so muß ein solcher Nebel gegen 10 Billionenmal größer seyn, als unsere Sonne, oder einen Durchmesser haben, der den fünffachen Durchmesser der Uranusbahn noch übertrifft.

Vielleicht werden auch diese Körper erst Sonnen durch eine neue Veränderung ihres Zustandes; vielleicht bestehen auch sie noch aus sehr dünn vertheiltem Stoffe. Aber auffallend ist es, daß mehrere von ihnen elliptisch sind, folglich wahrscheinlich um eine Axe sich drehen.

Groß ist der Gedanke auf jeden Fall, daß Gott nicht aufgehört hat und wohl nie

aufhören wird, immer neue Welten zu schaffen; aber er ist nicht zu groß, vermöge Gottes Allmacht. Es ist auch wahrscheinlich, daß jede Welt einmal wieder untergehen wird, aber wohl erst nach Billionen, Trillionen rc. von Jahren. Der neue Stern in der Cassiopeja, den Tycho im Jahr 1572 zuerst sah, der heller als irgend ein anderer Stern am Himmel glänzte, dann aber wieder schwächer leuchtete und zuletzt ganz verschwand, war vielleicht ein in seinem Zusammensturze glänzend auflodernes Sonnenheer, dessen Grundstoffe in dem unermeßlichen Weltraume als dünne Nebelmaterie zerstreut wurden, um neuen Weltkörpern gleichsam zum Keime zu dienen.

Achtes Kapitel.

Die Abirrung des Lichts.

Der Engländer Bradley machte im Jahr 1725 die merkwürdige Entdeckung, daß jeder Fixstern jährlich eine kleine Ellipse (Th. I. S. 183 f.) zu beschreiben scheint, deren große Axe (oder größter Durchschnitt) von Osten nach Westen 40 Sekunden beträgt. Diese Erscheinung hat den Namen Abirrung des Lichts, oder Aberration der Fixsterne bekommen. Sie giebt zugleich einen neuen deutlichen und directen Beweiß von der jährlichen Bewegung der Erde ab. Auch bestätigt sie die Entdeckung der Schnelligkeit, womit das Licht sich fortpflanzt.

Wenn nämlich die Erde ruhte und wir sähen den Fixstern stets von einem und dem-

selben Orte aus, so würden wir ihn auch immer an einem und demselben Punkte des Himmels erblicken. Bewegt sich aber jährlich die Erde um die Sonne von Osten nach Westen, so muß jene scheinbare Bewegung der Fixsterne erfolgen, sobald wir die Bewegung des Lichts mit in Anschlag bringen.

Das Licht (Th. II. S. 136.) durchläuft den Weg von der Sonne bis zu der Erde, oder den Halbmesser der Erdbahn, höchstens in 8 Minuten, 13 Sekunden Zeit. In dieser Zeit beschreibt die Erde in ihrer Bahn einen Bogen von 20 Sekunden, der in Theilen des Halbmessers $\frac{1}{10186}$ beträgt. Die Geschwindigkeit des Lichts verhält sich daher zur Geschwindigkeit der fortschreitenden Erd-Bewegung wie 10186 zu 1; d. h. das Licht bewegt sich 10186 mal schneller, als die Erde bei ihrem Laufe um die Sonne.

Gesetzt, A B Fig. 1. Taf. II. sey nur ein kleines Stück der Erdbahn, und C sey ein Fixstern, dessen Licht nach der Richtung C A in das Au-

ge des Beobachters kommt, der zuerst in A sich befindet.

Wenn dann die Erde bis B fortgeschritten ist, so sieht der Beobachter auf derselben den Stern nicht mehr, wie vorher, in C, sondern in dem Punkte D, einer mit A C parallelen Linie B D. Man theile nämlich A B in die gleichen Theile A a, ab, bc, cd, dB ein, ziehe die mit A C und B D parallelen Linien a e, b f, c g u. s. w., und nehme an, A B verhalte sich zu C B wie 1 zu 10186. Alsdann ergiebt sich leicht Folgendes:

Rückt die Erde von dem Punkte A hinweg, und die Bewegung des von dem Sterne C ausgehenden Lichtstrahls nimmt nach der auf A B senkrechten Richtung C B ihren Anfang, so wird, bei Ankunft der Erde in a, der Lichtstrahl in i angelangt seyn, nämlich in dem Punkte, wo die Linie a e die Linie B C schneidet. Den Stern sieht man nun in der Richtung a i, folglich setzt man ihn an die Stelle e des Himmels. Ist die Erde nach b gekom-

men, so hat sich der Lichtstrahl auf gleiche Weise bis k bewegt; deswegen glaubt man den Stern in f zu sehen. Und wenn die Erde nach einander die Punkte c, d, B erreicht hat, so ist der Lichtstrahl in l, m und B eingetroffen, der Stern aber erscheint dann nach und nach in g, h und zuletzt in D.

Wenn C A die Axe eines in A nach dem Sterne C gerichteten Fernrohrs vorstellt *), welches mit der Richtung der Erd-Bewegung AB den Winkel BAC macht, so muß das Rohr, während es mit der Erde von A nach B rückt, immer eine mit AC parallele Lage behalten, damit der Lichtstrahl nicht von der Axe desselben abweiche. Die Länge des Fernrohrs ist freilich gegen die Geschwindigkeit des Lichts unendlich klein. Die Geschwindig-

*) Axe des Fernrohrs ist die gerade Linie, welche man sich, der Länge nach, mitten durch die Höhlung der Röhre von einem Ende bis zum andern gehend gedenkt.

keit des Rohrs aber kann man mit der Geschwindigkeit des Lichts vergleichen. Das Auge empfängt also nun in B den Strahl durch das nach B D gerichtete Rohr, muß daher den Ort des Sterns längs B D hinaus an den Himmel setzen, und sieht ihn um den Winkel D B C von seinem wahren Orte entfernt. Dieser Winkel ist es eben, welcher Abirrung oder Aberration des Lichts heißt.

Der Abirrungswinkel ist am größten, wenn die Richtung des Laufs der Erde senkrecht auf C B steht. Alsdann beträgt er 20 Sekunden auf der einen oder der andern Seite von C B, je nachdem sich die Erde von A nach B, oder von B nach A bewegt. Ist C B A spitzig oder stumpf, so ist der Abweichungswinkel kleiner als 20 Sekunden. Daher scheinen die Sterne eine Ellipse um ihren wahren Ort zu beschreiben, deren halbe große Axe 20 (die ganze also 40) Sekunden ausmacht.

Alle Sterne erleiden, wie man nun leicht begreift, eine scheinbare periodische Ortsveränderung durch die Aberration. Man hat deswegen Tafeln (Aberrationstafeln) berechnet, vermöge welchen die scheinbaren Oerter corrigirt und auf die wahren zurückgebracht werden.

Neuntes Kapitel.

Die astronomische Strahlenbrechung.

Sehr wichtig für den Astronomen ist auch die Refraction oder Brechung der von den leuchtenden Himmelskörpern (von Sonne, Mond und Sternen) herkommenden Lichtstrahlen. Es ist aus der Physik bekannt *), daß ein Lichtstrahl, der aus einer durchsichtigen Materie in eine andere mehr oder weniger dichte, und ihn stärker oder schwächer ziehende Materie schief hineinfährt, gleich beim Eintritt in dieselbe von seiner Richtung abgelenkt, d. h. gebrochen wird. Dieß ist nun auch mit den Strahlen von Sonne, Mond und Sternen

*) S. meinen physikalischen Jugendfreund Thl. III. S. 186 f.

der Fall, wenn sie in die Atmosphäre unserer Erde hineinfahren und zwar bis zur Oberfläche der Erde in immer dichtere und dichtere Luftschichten hineinkommen. Sie werden dann bald mehr, bald weniger gebrochen und treffen in einer ganz andern Richtung unsere Augen, als die seyn würde, wenn sie nicht gebrochen worden wären. Aber nach der Richtung, in welcher die von Gegenständen herkommenden Lichtstrahlen zu unseren Augen gelangen, beurtheilen wir den Ort der Gegenstände. Daher scheinen uns durch die Brechung die Gegenstände an andern Orten zu stehen, als wo sie sich wirklich befinden, z. B. die Himmelskörper an andern Stellen des Himmels.

Gesetzt, der innere Kreis Fig. 2. Taf. II. bedeute die Oberfläche der Erde, der äußere aber die Gränze der Erd-Atmosphäre, deren Dichtigkeit bis zur Höhe von 15 Meilen noch merklich seyn muß. Gesetzt ferner, n sey ein Stern, von welchem die Lichtstrahlen nach

allen Richtungen fortströmen, so daß folglich auch ein Theil derselben die Erde trifft. Alsdann ergiebt sich Folgendes aus der Strahlenbrechung:

Der Lichtstrahl n m, der, von dem Fixsterne n aus, bei m unter einem schiefen Winkel in die atmosphärische Luft unserer Erde tritt, geht nicht in derselben Richtung n m gerade fort nach a, sondern beim Eintritt in die Atmosphäre wird er herunterwärts gebrochen. Aber die Atmosphäre wird nach der Oberfläche der Erde zu immer dichter und dichter; und je dichter die Luft ist, desto stärker bricht sie die Lichtstrahlen. Daher wird jener Lichtstrahl von Strecke zu Strecke immer mehr herunterwärts gebrochen und kommt eigentlich in einer krummen Linie zur Oberfläche der Erde und in das Auge des Beobachters, statt von m nach a, von m nach b. Seine Richtung in der letzten Luftschicht ist etwa d b. Diese verlängert, geht nach d c hin. In der Richtung b c, bei c, scheint also der Stern zu

stehen, den der Beobachter bei b in n sehen würde, wenn keine Brechung der Lichtstrahlen in der atmosphärischen Luft statt fände.

So wie es nun mit einem Lichtstrahle ist, so ist es auch mit mehreren von einem leuchtenden Körper, z. B. von einem Sterne, herrührenden, die schief in die Atmosphäre hinein schießen. Und je schiefer sie einfallen, desto stärker ist ihre Brechung. Fallen sie unter einem rechten Winkel (oder in der perpendikulären, lothrechten Richtung) ein, so brechen sie nicht, sondern gehen gerade hindurch. Daß dies Alles geschehen muß, wird in der Physik bewiesen.

Sonne, Mond und Sterne, welche am Himmel in einer gewissen Höhe über dem Horizonte, aber nicht im Zenith stehen, erscheinen wegen der Strahlenbrechung immer höher über dem Horizonte, als sie wirklich sind, und zwar nach Verhältniß höher, je näher sie am Horizonte sich befinden.

Natürlich wird dadurch nun auch ihre

Weite von einander abgeändert. Je näher sie dem Zenith sind, desto weniger verändert die Strahlenbrechung ihren wahren Ort. Die Astronomen müssen für jede Höhe eines Himmelskörpers die (astronomische) Strahlenbrechung wissen, um den wahren Ort des Himmelskörpers richtig zu bestimmen.

Der englische Astronom Bradley hat die Strahlenbrechung bei verschiedenen scheinbaren Höhen über dem Horizonte berechnet, wie folgende Tafel sie enthält.

Scheinbare Höhe	Strahlenbrechung
0 Grad	32 Min. 54 Sek.
2 —	18 — 31 —
4 —	11 — 48 —
6 —	8 — 25 —
8 —	6 — 29 —
10 —	5 — 14 —
15 —	3 — 30 —
20 —	2 — 35 —

Scheinbare Höhe	Strahlenbrechung
25 Grad	2 Min. 1 Sek.
30 —	1 — 38 —
40 —	1 — 8 —
50 —	0 — 47 —
60 —	0 — 33 —
70 —	0 — 20 —
80 —	0 — 10 —
90 —	0 — 0 —

Während Bradley die Horizontal-Refraction oder die Brechung eines im Horizonte stehenden Himmelskörpers 32 Minuten 54 Sekunden fand, wie man in der Tafel sieht*), so fand sie der Franzose Bouguer in Peru nur 27 Minuten. Ueberhaupt fand sich, sowohl nach den von Bouguer, als auch nach den von Maskelyne und Humbold angestellten Beobachtungen, daß die Horizon-

*) Es versteht sich, daß hier von solchen Minuten und Sekunden die Rede ist, welche Theile eines Winkel- oder Bogengrades sind, deren der rechte Winkel 90 enthält.

tal-Refraction für die Gegenden um den Aequator herum höchstens zu 30 bis 31 Minuten angenommen werden kann, während dieselbe Art der Strahlenbrechung in den nördlichen Gegenden der Erde wohl 35 bis 36 Minuten beträgt. In der Regel ist auch die Brechung im Winter größer, als im Sommer; ferner, ist sie am Morgen immer größer, als am Abend.

Die Strahlenbrechung zeigt uns auch die Sonne des Morgens ohngefähr so viel eher, und des Abends so viel länger, als ihr scheinbarer Durchmesser (von 32 Minuten) Zeit gebraucht, über den Horizont herauf oder unter denselben zu steigen. Dies macht in unseren Gegenden 3 bis 4 Minuten Zeit aus. Könnten wir in dem Augenblicke, wo die Sonne mit ihrem untern Rande noch den östlichen Horizont berührt, die atmosphärische Luft hinwegblasen, so würde die Sonne (deren Strahlen durch die Brechung unseren Augen gleichsam entgegengebogen waren) wieder unter

den

den Horizont hinabsinken. Und könnten wir dasselbe thun, wenn die Sonne eben untergehen will, indem sie eben den westlichen Horizont erreicht, so würde sie ebenfalls plötzlich unter den Horizont sich verbergen.

Die Strahlenbrechung ist auch Ursache, warum uns Mond und Sonne im oder nahe am Horizonte nicht kreisförmig, sondern ellipsenförmig erscheint, und zwar so, daß ihr Durchmesser nach der einen Richtung (die kleine Axe der Ellipse) gegen 5 Minuten 35 Sekunden kleiner ist, als nach der andern, jene Richtung rechtwinklicht durchkreuzenden, (als die große Axe).

Die Dämmerung erklärt sich gleichfalls aus der Brechung und Zerstreuung der Lichtstrahlen (Th. I. S. 218. 303 f.). Die Abenddämmerung macht, daß wir die Sterne nicht sogleich nach Sonnen-Untergange am Himmel erblicken. Denn die noch in der Atmosphäre über dem Horizonte befindlichen Licht-

strahlen machen es noch so hell, daß durch diese Helligkeit das Licht der Sterne noch überwältigt wird. Könnten wir aber wieder gleich nach Untergange der Sonne die Atmosphäre hinwegtreiben, so würde es über dem Horizonte sogleich ganz dunkel werden. — Eben so ist es auch bei der Morgendämmerung.

Die Größe, um welche die Sonne, vermöge der Dämmerung, in einem Vertikalkreise (oder einem den Horizont senkrecht treffende Kreise) unter den Horizont hinabgekommen seyn muß, bis man die Sterne sehen kann, wird Bogen der Emersion genannt. Für die kleinern Sterne fand man diesen Bogen 18 Grad; die größern Sterne sieht man früher, und zwar um so früher, je größer und glänzer sie sind. Denkt man sich durch das unterste Ende dieses Bogens einen mit dem Horizonte parallelen Kreis, so hat man den sogenannten Dämmerungskreis, welcher also überall 18 Grade von dem Ho-

rizonte entfernt ist. Wenn die Sonne nach ihrem Untergange diesen Kreis erreicht, so hört die Abenddämmerung auf; wenn sie ihn vor ihrem Aufgange trifft, so fängt die Morgendämmerung an.

Zehntes Kapitel.

Die Parallaxe.

Wenn zwei Beobachter einen ruhenden Körper, C Fig. 3. Taf. II., von den Endpunkten G und H einer Linie GH betrachten, so sehen sie den Körper nach verschiedenen Richtungen: der Beobachter in G sieht ihn in der Richtung CF, oder er setzt ihn in die Stelle F; der Beobachter in H sieht ihn in der Richtung CA, oder er setzt ihn in die Stelle A.

Dasselbe, was zwei Beobachter wahrnehmen, sieht auch ein Beobachter, welcher den Körper C zu verschiedenen Zeiten aus den verschiedenen Standpunkten G und H betrachtet; er erblickt ihn erst in F und dann in A. Der Körper scheint sich also gleichsam um die

Linie oder um den Bogen A F verschoben zu haben. Daher nennt man diesen Bogen, oder den Winkel A C F (oder auch G C H), den er mißt, die Parallaxe des Körpers C (von dem griechischen παραλαξις, Veränderung oder Verschiebung).

Denkt man sich G H als eine auf unserer Erde gezogene Linie, z. B. als eine wirklich gemessene ziemlich lange sogenannte Standlinie, aus deren Endpunkten zwei Beobachter zugleich nach einem in C befindlichen Weltkörper hinsehen, so nennt man die beiden verschiedenen Stellen am Himmel, wo diese Beobachter den Weltkörper hin versetzen, die scheinbaren Stellen oder scheinbaren Oerter des Weltkörpers. Diese sind, wie wir wissen, für die beiden Beobachter immer verschieden. Nur dann, wenn das Auge blos im Mittelpunkte der Erde läge, hätte man einen sichern Punkt und eine Parallaxe würde nicht statt finden. Wenn man nämlich den Weltkörper nur aus diesem Punk-

te beobachtete, so hätte man stets den wahren Ort des Körpers.

Auf diese Art könnte man also, in Beziehung auf astronomische Beobachtungen, auch sagen: die Parallaxe ist der Unterschied zwischen dem Orte, wo ein Himmelskörper, von der Erd-Oberfläche aus betrachtet, erscheint, und dem Orte, wo er uns erscheinen würde, wenn wir ihn aus dem Mittelpunkte der Erde erblickten. In den Mittelpunkt der Erde müßte sich der Beobachter (wenn es gienge) eigentlich stellen, wenn er den wahren Ort und das wahre Gesetz der Bewegung der Himmelskörper finden wollte. Denn die Oerter auf der Erd-Oberfläche haben eine zu verschiedene Lage gegen einander, als daß jene Bewegungen derselben, wenn man sie aus den verschiedenen Standpunkten betrachtet, regelmäßig erscheinen könnten.

Wenn man die Standlinie GH (von einer einmal angenommenen Länge) weiter von dem Himmelskörper hinwegsetzt, z. B. nach

KM, so ist jetzt der Bogen BD oder der Winkel BCD die Parallaxe; folglich ist sie dann um vieles kleiner. Schon hieraus sieht man deutlich genug, daß ein Himmelskörper eine desto größere Parallaxe habe, je näher er uns ist, daß seine Parallaxe aber bei größerer Entfernung immer kleiner werde. Diese Entfernung kann aber auch so groß werden, daß unsere Standlinie auf der Erde und der Erddurchmesser dagegen als nichts anzusehen ist. Alsdann wird die Parallaxe so klein, daß sie gleichsam verschwindet und sich nicht mehr auf die beschriebene Art bestimmen läßt.

Es soll einmal der Kreis R, Fig. 4, das Himmelsgewölbe (oder den äußersten eingebildeten Himmelsraum) bedeuten, der Kreis S soll die Bahn eines Weltkörpers vorstellen, dessen Ort wir jetzt in A annehmen wollen. Die Erde soll in C sich befinden und HABQ soll den scheinbaren Horizont (Th. I. S. 76 f.) vorstellen. Befindet sich nun ein Auge in B, so sieht dieses den Weltkörper A im Horizonte

bei H. Ein Auge hingegen, daß seinen Ort in C hat, erblickt ihn höher hinauf in D. Der Bogen D H oder der Winkel D A H, oder auch B A C (der mit jenem sogenannte Scheitelwinkel bildet, welche einander gleich sind) macht die Parallaxe, und zwar hier die sogenannte Horizontalparallaxe, aus, weil das Auge in B, im scheinbaren Horizonte sich befand.

Alle übrigen Parallaxe heißen Höhenparallaxen. Die Horizontalparallaxe, BAC oder D A H, ist immer am größten. Alle Höhenparallaxen sind kleiner, und zwar desto kleiner, je näher der Himmelskörper am Zenith sich befindet. Leicht kann man sich Fig. 4. davon überzeugen; denn als Höhenparallaxe nimmt der Winkel B A C oder D A H gegen das Zenith hin immer mehr ab, bis er (also auch die Parallaxe) im Zenith selbst verschwindet. — Uebrigens heißt das Dreieck A B C das parallaktische Dreieck.

Zu manchen astronomischen Bestimmun-

gen ist es nothwendig, die Horizontalparallaxe der Himmelskörper, z. B. des Mondes, der Sonne ꝛc. sehr genau zu suchen. Dies geschieht theils durch Beobachtungen auf der Oberfläche der Erde selbst, theils aus Observationen an manchen andern Erscheinungen, z. B. bei der Sonne aus den beobachteten Sonnenfinsternissen, bei den Planeten aus ihren Conjunktionen, aus ihren Durchgängen durch die Sonne, aus den Bedeckungen der Fixsterne durch die Planeten u. s. w.

Wäre z. B. a Fig. 1. Taf. III. der Mond oder die Sonne, T die Erde, b ein Beobachter auf der Erde, dem der Weltkörper a im Horizonte steht, d ein anderer Beobachter, dem sie im Zenith oder nahe dabei steht; und hätte man Mittel gefunden, den Bogen b d auf der Erde zu messen, so wüßte man auch den Winkel b a c oder die Horizontalparallaxe des Weltkörpers. Denn der Bogen b d bestimmt den eingebildeten Winkel c im Mittelpunkte der Erde. Der Winkel b, den die ho-

rizontale Linie b a und der Halbmesser der Erde b c mit einander machen, ist ein rechter Winkel. Aus den beiden bekannten Winkeln b und c aber ergiebt sich der dritte bei a. Denn wenn in einem Dreieke zwei Winkel bekannt sind, so ist auch der dritte bekannt, weil alle drei zusammengenommen 180 Grade ausmachen. Man braucht nämlich nur die Summe der beiden bekannten von 180 Graden abzuziehen; der Rest bestimmt dann die Größe des dritten. Aus den bekannten Winkeln des eingebildeten Dreiecks a b c und dem bekannten Erd-Halbmesser b c kann man nun z. B. die Entfernung des Himmelskörpers berechnen.

Wirklich haben die Astronomen, nach getroffener Uebereinkunft, große Messungen, wie jene, vorgenommen und dadurch die Horizontalparallaxe verschiedener Himmelskörper bestimmt. So fand man z. B. (unter der Pariser Polhöhe) die größte Horizontalparallaxe des Mondes zur Zeit seiner Erdnähe 61 Minuten 25 Sekunden, die kleinste 53 Mi-

nuten 53 Sekunden. Die sphäroidische Gestalt der Erde (ihre Abplattung bei den Polen) macht aber, daß jene Horizontalparallaxe unter dem Aequator 16 Sekunden mehr, als unter den Polen beträgt. Hieraus würde sich denn die kleinste Entfernung des Mondes von der Erde $55\frac{871}{1000}$, die größte $63\frac{625}{1000}$, die mittlere $59\frac{748}{1000}$ Erdhalbmesser ergeben; oder: die erstere betrüge 48021, die zweite 54686, die dritte 51353 geographische Meilen.

Da die Sonnenparallaxe 398 mal kleiner, als die Mondsparallaxe ist, so zieht man daraus den Schluß: die Sonne muß 398 mal weiter, als der Mond von der Erde entfernt seyn. Ihre mittlere Entfernung betrüge demnach ohngefähr 20 Millionen und 600,000 Meilen. Machte die Parallaxe des Sirius (wahrscheinlich des nächsten Fixsterns) 1 Sekunde aus, so würde dieser Fixstern schon über 200,000 mal weiter, als die Sonne, von uns entfernt seyn. Nun ist aber die Parallaxe des Sirius (wenn wir ihm eine beilegen wollten)

nicht einmal $\frac{1}{3}$ Sekunde. Daher kann seine Entfernung von uns leicht 6 bis 8 Billionen Meilen betragen.

Nun haben aber die Fixsterne wirklich gar keine Parallaxe; und hieraus dürfen wir auf ihre unermeßliche Entfernung von uns schließen.

Wenn F, Fig. 2. Taf. III., einen Fixstern und die Ellipse die Erdbahn vorstellt, so wird man leicht Folgendes begreifen. Befindet sich die Erde in P, so sieht man den Fixstern nach der Richtung PF; befindet sie sich in A, so erblickt man den Fixstern nach der Richtung AF. Beide Richtungen PF und AF würden einen desto größern Winkel F mit einander machen, je näher der Fixstern bei der Erde wäre. Nach allen Beobachtungen aber, woraus man die Größe des Winkels AFP, die Parallaxe der Erdbahn, ableiten kann, ist dieser Winkel für jeden Fixstern so gut, als Null, weil auch die feinsten Werkzeuge ihn nicht anzugeben vermögen.

Alle Fixsterne sind nämlich so weit von

der Sonne, folglich auch von der Erde entfernt, daß man den ganzen Durchmesser A P der Erdbahn in Rücksicht dieser Entfernung blos als einen einzigen Punkt gelten lassen kann, daß man also P F und A F völlig als parallele, ganz nahe an einander fallende Linien ansehen darf. Verschwindet nun schon der Durchmesser der Erdbahn gegen die Entfernung der Fixsterne, um so eher muß dies der bloße Durchmesser der Erde thun.

Hieraus folgt zugleich, daß die Fixsterne selbst sehr große Körper seyn müssen, weil sie in so großen Entfernungen noch sichtbar sind; und das giebt wieder bei dem unzählbaren Heere der Fixsterne einen kaum zu fassenden Begrif von der Größe und Unermeßlichkeit des Weltalls.

Zuletzt ist auch noch das leicht zu begreifen, daß wegen der Parallaxe alle Himmelskörper, die dem Auge nicht im Zenith stehen, immer etwas niedriger gesehen werden, als an ihrem wahren Orte.

Eilftes Kapitel.
Die Schiefe der Ecliptik.

Längst wissen wir (aus Th. I. S. 98 f.), daß man unter Schiefe der Ecliptik die Neigung der Ecliptik gegen die Ebene des Aequators versteht, oder den Winkel, den die Ecliptik mit dem Aequator macht. Dieser Winkel, oder der Bogen, welcher ihn mißt, beträgt gegen $23\frac{1}{2}$ Grad. Er bezeichnet die größte Abweichung der Sonne vom Aequator. Diese größte Abweichung findet im Sommersolstitium den 21ten Junius und im Wintersolstitium den 21sten December statt, wo die Sonne, dort den Wendecirkel des Krebses, hier den Wendecirkel des Steinbocks zu beschreiben scheint. Wenn man also den 21sten Junius die größte Mittagshöhe der Sonne beo-

bachtet und die bekannte Aequatorhöhe von ihr abzieht, so bekommt man die Schiefe der Ecliptik (in Graden, Minuten und Sekunden). Dasselbe Resultat erhält man aber auch, wenn man den 21sten December zur beobachteten kleinsten Mittagshöhe der Sonne die Aequatorhöhe addirt.

Bestimmt man daher den 21sten Junius die größte, und den 21sten December die kleinste Mittagshöhe der Sonne, so würde der halbe Unterschied dieser beiden Höhen denjenigen Bogen geben, welcher die Schiefe der Ecliptik mißt.

Nun aber könnte sich die wirkliche größte Abweichung der Sonne vom Aequator vor oder nach dem Mittage eines Solstitiums ereignen. Da sie indessen zwischen diesem Mittage und der vorhergehenden oder nachfolgenden Mitternacht eintreffen müßte, so könnte der Fehler doch nicht über ½ Minute betragen, wenn man die Abweichung jenes Mittags, statt der größten Abweichung angenommen

hätte. Aber der Fehler beträgt wirklich noch viel weniger; und eben deswegen sucht man die Schiefe der Ecliptik ohne weitere Umstände aus der größten oder kleinsten Mittagshöhe der Sonne.

Wäre z. B. die größte Mittagshöhe des Mittelpunktes der Sonne

64 Grad 38 Minuten 10 Sekunden;

die Aequatorhöhe

41 Grad 9 Minuten 50 Sekunden;

so betrüge der Unterschied dieser beiden Höhen (durch Subtraction der letztern von der erstern erhalten)

23 Grad 28 Minuten 20 Sekunden.

Diese Größe würde nun die Schiefe der Ecliptik anzeigen.

Es ist sehr merkwürdig, daß ältere Beobachtungen die Schiefe der Ecliptik immer größer angeben, als die neuern; und zwar je neuer die Beobachtungen sind, desto kleiner ist die Angabe für die Größe jenes Winkels oder Bogens. Hieraus hat man den Schluß

ge-

gezogen: die Schiefe der Ecliptik nehme von Jahr zu Jahr ab. So bestimmten z. B. die Beobachtungen des 17ten Jahrhunderts die Schiefe der Ecliptik immer auf 23 Grad 29 Minuten, während keine der jetzigen sie über 23 Grad 28 Minuten 40 Sekunden angiebt. Eratosthenes, welcher ohngefähr 250 Jahre vor Christi Geburt lebte, fand sie 23 Grad, 51 Minuten. Albategnius fand ums Jahr 880 ihre Größe 23 Grad 35 Minuten 40 Sekunden. Tycho de Brahe bestimmte sie im Jahr 1587 zu 23 Grad 31 Minuten und 30 Sekunden; u. s. f. Daher hat die Schiefe der Ecliptik seit 2000 Jahren ohngefähr um 23 Minuten abgenommen.

Nähme der Winkel der Ecliptik wirklich von Jahrhundert zu Jahrhundert immer mehr ab, so würde er zuletzt ganz verschwinden und die Ecliptik selbst würde dann mit dem Aequator zusammenfallen. Dies würde ohngefähr in 122000 Jahren geschehen. Alsdann würde für alle Oerter der Erde Tag und Nacht

stets gleich seyn, und für diejenigen Oerter, welche jetzt unter dem Aequator liegen, würde auch die Abwechselung der vier Jahrszeiten verschwinden.

Aber dahin wird es nie kommen. Denn in der neuesten Zeit haben die trefflichsten Astronomen, nach wiederholten höchst scharfsinnigen Untersuchungen, die Entdeckung gemacht, daß die Ursache der bisherigen langsamen Annäherung der Ecliptik zum Aequator eigentlich nur eine Schwankung oder Wankung (Nutation) der Erdaxe innerhalb enger Gränzen ist, deren Periode auf Jahrtausende geht, und daß künftig wieder ein Zunehmen der Schiefe (oder des bewußten Winkels) erfolgen wird. Nie wird daher ein Zusammenfallen jener beiden Kreise, der Ecliptik und des Aequators, statt finden.

Man hat auch die Bemerkung gemacht, daß die Schiefe der Ecliptik nicht blos in Hinsicht ganzer Jahre und Jahrhunderte, sondern auch zu verschiedenen Zeiten eines und

desselben Jahres etwas, aber höchstens nur um ein Paar Sekunden, veränderlich ist. Diese geringe Veränderung schreibt man den anziehenden Kräften der Planeten zu. Nach den Ansichten des berühmten Euler soll eine solche Veränderung der Schiefe der Ecliptik auch von Kometen herrühren können.

Die Schiefe der Ecliptik ist Ursache, daß die Pole der Ecliptik nicht zugleich die Weltpole seyn können. Die Pole der Ecliptik liegen in dem Colur der Sonnenstillstandspunkte (Th. I. S. 154 f.). Wenn sich nun die Schiefe der Ecliptik ändert, so ändern sich auch die Pole der Ecliptik.

Begreiflich ist auch der kürzeste Abstand der beiden Pole, des Aequators und der Ecliptik, dem Bogen gleich, welcher der Schiefe der Ecliptik zugehört (wie man sich auch aus Fig. 2. Taf. III. Th. I. anschaulich machen kann). Weiß man nun, daß dieser Winkel gegen 23½ Grad ausmacht, so kann man an dem Himmelsgewölbe und an dem Globus

leicht die Stelle finden, wo die Pole der Ecliptik hinfallen. Die beiden Parallelkreise, welche durch die Pole der Ecliptik gehen, machen die Polarkreise (Th. I. S. 157.) aus. Die Pole der Ecliptik beschreiben also die Polarkreise in 24 Stunden von Osten nach Westen, vermöge der scheinbaren Umwälzung des Himmelsgewölbes (oder vermöge der Axendrehung unserer Erde). Da sie gegen $23\frac{1}{2}$ Grad von den Weltpolen abstehen, so haben sie von dem Aequator eine Entfernung von 90 weniger $23\frac{1}{2}$ Grad, d. h. von $66\frac{1}{2}$ Grad. — Natürlich verändern sich nun auch die Polarkreise, so wie sich mit der Schiefe der Ecliptik die Pole der Ecliptik verändern.

Zwölftes Kapitel.

Das Vorrücken der Nachtgleichen.

Wir wissen es längst (Th. I. S. 7 f.), daß die Fixsterne immer eine und dieselbe Stellung gegen einander behalten. Aber davon ist noch nicht die Rede gewesen, daß es scheint, als wenn sie alle gemeinschaftlich von Westen nach Osten in Kreisen fortrückten, welche mit der Ecliptik parallel liegen. Es kommt uns demnach so vor, als wenn sie sich von Westen nach Osten um die Pole der Ecliptik bewegten. Indessen geht diese gemeinschaftliche Ortsveränderung sehr langsam von statten. Denn in hundert Jahren beträgt sie erst 1 Grad 23 Minuten 30 Sekunden, nämlich von demjenigen Parallelkreise, worin jeder Stern sich befindet. Also

erst in 25,773 Jahren würde eine ganze Umdrehung vollendet werden. Man hat diesem Zeitraume den Namen Platonisches Jahr gegeben.

Verändern die Fixsterne gemeinschaftlich ihren Ort am Himmel immer nach einerlei Gegend, nämlich nach Osten hin, so wächst natürlich ihre Länge (Th. I. S. 119 f.) beständig, und sie bekommen immer eine größere Entfernung von dem Punkte des Frühlings-Aequinoctiums oder von dem durch diesen Punkt gehenden Breitenkreise (Th. I. S. 106 f.). — Schon der alte griechische Astronom Hipparch hat dies wahrgenommen, als er seine Beobachtungen mit den noch ältern Observationen des Tymocharis verglich.

Die Frage wäre nun: wie geht es mit dieser merkwürdigen Erscheinung zu? und ist möglich, sie auf eine befriedigende Weise zu erklären? Daß die Erklärung geschehen kann, wird sich aus Folgendem ergeben.

Wir können annehmen, die Fixsterne ver-

rücken sich wirklich auf die angegebene Art, oder auch, die Aequinoctialpunkte (die Durchschnittspunkte der Ecliptik und des Aequators) weichen mit der ganzen Ecliptik und mit allen Breitenkreisen gleich schnell nach entgegengesetzter Richtung, folglich nach Westen zurück. Beide Voraussetzungen geben zwar einerlei Resultat, die letztere aber ist doch die richtige. Deswegen wird jene Erscheinung auch oft das Zurückweichen der Aequinoctialpunkte genannt.

Die Aequinoctialpunkte oder die Punkte des Widders und der Waage, kommen, mit allen übrigen Punkten der Ecliptik, der von Westen nach Osten laufenden Sonne immer etwas entgegen, und zwar so, daß die Sonne jedesmal einen dieser Punkte früher wieder erreicht, als denselben Fixstern. Deswegen heißt diese Erscheinung auch das Vorrücken der Nachtgleichen.

Das Vorrücken der Nachtgleichen macht jährlich 50 bis 51 Sekunden aus. Dadurch

ist die Länge der Fixsterne, bei fast ganz unveränderter Breite, seit 2200 Jahren fast um ein ganzes Zeichen oder 30 Grade gewachsen, oder der Frühlingspunkt ist von Osten nach Westen, gegen die Ordnung der Zeichen, so zurückgegangen, daß der Anfangspunkt des Widders, welcher sonst im Sternbilde des Widders stand, jetzt westlicher im Sternbilde der Fische gesucht werden muß (Th. I. S. 103 f.).

Daher ist es nun gekommen, daß die Astronomen die wirklichen oder ungebildeten Zeichen des Thierkreises von den gebildeten, d. h. von denjenigen Sternbildern unterscheiden, welche jenen Zeichen des Thierkreises den Namen gegeben haben. So werden z. B. in Kalendern die Standorte der Planeten, der Sonne und der übrigen Fixsterne nach den ungebildeten Zeichen angegeben. Wenn es also in den Kalendern heißt: dieser oder jener Himmelskörper stehe im ♉, so muß man ihn nicht im Stern-

bilde des Stiers, sondern bei den Sternen des Widders (♈) suchen.

Aus vielen Beobachtungen, die man über das Vorrücken der Nachtgleichen oder der scheinbaren gemeinschaftlichen Bewegung der Fixsterne angestellt hat, nimmt man gewöhnlich das Mittel der jährlichen Veränderung zu $50\frac{2}{5}$ Sekunden im Bogen an. Denn die Beobachtungen der Alten waren nicht scharf genug. Die Beobachtungen der Neuern allein aber sind nicht hinreichend, eine so langsame Aenderung ganz genau zu bestimmen.

Wenn man sich den Aequator vor 2200 Jahren denkt, und wenn man sich durch das Zeichen der Fische, bis zu welchem der Anfangspunkt des Widders zurückgegangen ist, einen parallelen Kreis gelegt vorstellt, so ist dieser nun der Aequator. Denn die Aequinoctialpunkte machen ja die Durchschnittspunkte der Ecliptik mit dem Aequator aus, und wenn jene an eine andere Stelle kommen, so muß

ja auch dieser zu einer andern Stelle des Himmelsgewölbes gelangen (Th. I. S. 147 f.).

Der Aequator kann also jetzt durch Sterne gehen, welche ehedem eine kleine südliche Abweichung vom Aequator hatten; und deswegen müssen uns wohl die südlichen Sternbilder höher liegen, als sie den Alten lagen. Die nördliche Abweichung der Sterne aber muß aus demselben Grunde größer geworden seyn.

Hat sich die Lage des Aequators gegen die Fixsterne geändert, so müssen natürlich auch die Weltpole immer unter andern Fixsternen erscheinen und jährlich den Bogen von 50 bis 51 Sekunden durchlaufen. Den ganzen Kreis von Osten nach Westen um die Ecliptik-Pole herum würde sie in dem sogenannten Platonischen Jahre oder in 23773 unserer Jahre zurücklegen.

Weiß man nun die Lage, welche ein Stern zu einer gegebenen Zeit gegen den Aequator und gegen die Ecliptik hat, so kann

man auch die Lage desselben Sterns für jede andere Zeit berechnen, wenn man das Vorrücken der Nachtgleichen in genaue Betrachtung zieht. Und so lassen sich aus richtig aufgenommenen Sternverzeichnissen allerdings auch Folgerungen für andere Zeiten herleiten.

Aus derselben Erscheinung des Vorrückens der Nachtgleichen ergeben sich auch folgende Unvollkommenheiten an den gewöhnlichen Himmelskugeln oder Himmelsgloben.

Wenn eine Himmelskugel für eine gewiße Zeit gemacht ist, so giebt sie nach 70 Jahren die Längen der Sterne ungefähr um 1 Grad zu klein an. Indessen hat auf den Himmelskugeln von gewöhnlicher Größe, z. B. von $\frac{1}{2}$ bis 1 Fuß im Durchmesser, die Unrichtigkeit eines Grades keine merkliche Folgen; denn gewöhnlich werden, bei der stets zunehmenden Vervollkommung der Astronomie, in einer kürzern Zeit als jene 70 Jahre, immer neue solche Himmelskugeln nothwendig. Brauchte man sich blos jeden Stern nach der erforder-

lichen Zeit in der Länge verrückt vorzustellen, so könnte man sich leicht helfen. Aber die Weltpole müssen sich ja mit verändern. Einige Astronomen suchten daher recht große kostbare Himmelskugeln, mittelst eines künstlichen Räderwerks (oder Uhrwerks), so einzurichten, daß daran sowohl die Weltpole, als auch die Ecliptik-Pole ihre gegenseitige Stellung allmälig auf dieselbe Weise änderten, wie es an dem Gewölbe des Himmels geschieht, und daß sie in die jeder Zeit zugehörige Lage gebracht werden konnten. Freilich sind solche kostbare Himmelskugeln, wie Cassini, Lowitz und Segner sie mit viel Geld- und Zeitaufwande verfertigten, sehr selten.

Dreizehntes Kapitel.

Die Gesetze des Umlaufs der Himmelskörper.

Es möchte wohl nützlich seyn, die Gesetze des Umlaufs der Himmelskörper hier so weit zu kennen, daß man die Ursache einsieht, warum z. B. der Mond um die Erde und die Erde mit den übrigen Planeten um die Sonne unausgesetzt sich herumbewegt.

In der ganzen Natur sind beständig anziehende und abstoßende Kräfte wirksam. Das sieht man an den kleinsten Körperchen auf unserer Erde (z. B. an den kleinsten Holzstückchen, die auf Wasser schwimmen, wenn sie einander oder fremden Körpern nahe kommen); das sieht man aber auch an Welten, die sich in dem unendlichen Himmelsrau-

me drehen. Oft wirkt eine von diesen Kräften allein; oft wirken auch beide mit einander vereinigt. In letzterm Falle wird eine zusammengesetzte Bewegung erzeugt, welches jetzt sogleich näher erläutert werden soll.

Wenn ein Körper, z. B. a Fig. 3. Taf. III., von einer einzigen Kraft getrieben wird, so folgt er der Richtung dieser Kraft, und seine Bewegung ist eine einfache Bewegung. Daßselbe ist der Fall, wenn er von zwei oder mehr Kräften so angegriffen wird, daß sie ihn nur nach einerlei Richtung hintreiben können. Wird er aber von zwei (oder mehr) Kräften so getroffen, daß sie ihn nach verschiedenen Richtungen hintreiben wollen, so kann der Körper weder nach der einen, noch nach der andern Richtung sich hinbewegen, sondern er muß eine Richtung nehmen, die zwischen jenen Richtungen liegt. Alsdann ist seine Bewegung eine zusammengesetzte Bewegung.

Gesetzt, der Körper a Fig. 3. würde blos

von einer nach der Richtung x a wirkenden Kraft getrieben. Alsdann würde der Körper nach der Richtung a b hinfliegen. Eben so würde der Körper a blos nach a c sich hinbewegen, wenn blos eine Kraft nach der Richtung y a auf ihn wirkte. Wenn aber zwei Kräfte nach verschiedenen Richtungen zugleich auf ihn wirken, die eine nach der Richtung y a und die andere nach der Richtung x a, so kann der Körper a weder nach a c, noch auch nach a b hinfliegen; er muß vielmehr die Richtung a d oder eine solche Direction nehmen, die zwischen den Richtungen a c und a b liegt. Er beschreibt mithin bei seiner Bewegung die Diagonale a d eines Parallelograms a b d c, welches man leicht aus den Seiten a b und a c bilden kann *).

*) Ein Parallelogram ist ein Viereck, dessen gegenüberstehende Seiten a c, b d, und a b, c d gleichlaufend oder parallel sind. Die Diagonale ist eine, schräg von einem Winkel bis zum gegenüber liegenden, gezogene gerade Linie.

Sind die von x und von y herkommenden Kräfte gleich stark, so ist das Parallelogram abdc gleichseitig; und wirken beide Kräfte unter einem rechten Winkel auf den Körper a, so ist das Parallelogram ein rechtwinklichtes Parallelogram oder ein Rechteck (das lauter rechte Winkel hat).

Kennt man ab und ac, die sogenannten Seitenkräfte, so kann man leicht das Parallelogram verzeichnen, dessen Diagonale oder Diagonallinie ad, die sogenannte mittlere Kraft oder Diagonalkraft, den Weg anzeigt, den der von den beiden Kräften x und y getroffene Körper nimmt. Man braucht dann nur mit ab durch c und mit ac durch b eine Parallellinie dc und db zu ziehen. Ist die von y her wirkende Kraft schwächer als die von x, so wird a nach der Richtung ac in einerlei Zeit einen kürzern Weg durchlaufen, als nach der Richtung ab. Alsdann wird die Seite ac des Parallelograms kleiner, als die Seite ab,

und

und zwar um so kleiner, je schwächer die von y her wirkende Kraft gegen die von x ist; die Diagonale a c fällt dann näher an die Seite a b, und um so näher, je kleiner a c gegen a b ist.

Solche zusammengesetzte Bewegungen kommen nun in der Natur gar häufig vor, und eine solche zusammengesetzte Bewegung, die von ein Paar Kräften herrührt, welche nach verschiedenen Richtungen wirken, hat auch der Mond, haben auch alle Planeten. Die beiden Kräfte, welche diese Himmelskörper in ihren Bahnen erhalten, sind die Schwerkraft oder Centripetalkraft und die Fliehkraft oder Centrifugalkraft.

Jeder irdische Körper, den man über der Oberfläche unseres Planeten sich frei überläßt, fällt senkrecht auf die Oberfläche der Erde herab. Er würde bis an den Mittelpunkt der Erde fallen, wenn so weit eine Oefnung unter ihn gemacht werden könnte. Die Ursache dieses Fallens ist die starke anziehende Kraft,

welche in unserer Erde unaufhörlich wirksam sich zeigt. Man nennt sie Schwerkraft, Centripetalkraft. Sie reißt alle Körper zur Oberfläche nieder, welche nicht schon darauf liegen, d. h. sie bringt sie zum Fallen.

Beobachtungen und Rechnungen haben dargethan, das ein ohne Hinderniß auf die Erde herabfallender Körper in der ersten Sekunde seines Falls $15\frac{1}{8}$ Rheinländische Fuß tief herabsinkt (oder von der unaufhörlich wirkenden Schwerkraft der Erde herabgezogen wird). In jeder nachfolgenden Sekunde aber wird sein Fall um 2 mal $15\frac{1}{8}$ Fuß beschleunigt. Er fällt also in der zweiten Sekunde durch 3 mal $15\frac{1}{8}$, in der dritten durch 5 mal $15\frac{1}{8}$, in der vierten durch 7 mal $15\frac{1}{8}$ Fuß, u. s. w. Folglich wächst seine Geschwindigkeit nach den ungeraden Zahlen.

1, 3, 5, 7, 9, 11 ꝛc.

Addirt man die Anzahl der Fuße in der ersten, zweiten, dritten, vierten ꝛc. Sekunde zusammen, so erhält man in Fußen den ganzen

Raum, durch den ein Körper in einer gewissen Anzahl Sekunden herabgefallen ist. So würde er z. B. in drei Sekunden 9 mal $15\frac{1}{8}$ Fuß tief herabgefallen seyn, in fünf Sekunden 25 mal $15\frac{1}{8}$ Fuß, in sechs Sekunden 36 mal $15\frac{1}{8}$ Fuß tief, u. s. w.

Fällt der Körper

in einer Sekunde	1 mal $15\frac{1}{8}$
„ zwei Sekunden	4 mal $15\frac{1}{8}$
„ drei „ „	9 mal $15\frac{1}{8}$
„ vier „ „	16 mal $15\frac{1}{8}$
„ fünf „ „	25 mal $15\frac{1}{8}$
„ sechs „ „	36 mal $15\frac{1}{8}$
„ sieben „ „	49 mal $15\frac{1}{8}$
„ acht „ „	64 mal $15\frac{1}{8}$
„ neun „ „	81 mal $15\frac{1}{8}$
„ zehn „ „	100 mal $15\frac{1}{8}$

Fuß tief herab, und betrachtet man die erste Vertikal-Reihe der Zahlen 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100 ꝛc., so sieht man, daß dies lauter Quadratzahlen, d. h. solche Zahlen sind, die aus der Multiplication der

Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ꝛc. mit sich selbst entstanden.

Man kann daher das Gesetz der fallenden Körper auch so bestimmen: Die Räume eines fallenden Körpers verhalten sich wie die Quadrate der Zeiten, die er zu seinem Falle anwendet. Wäre z. B. die Zeit 6 Sekunden, so fiele er in dieser Zeit durch einen Raum von 6 mal 6 mal $15\frac{1}{8}$ oder 36 mal $15\frac{1}{8}$ Fuß; wäre die Zeit 20 Sekunden, so fiele er in dieser Zeit durch einen Raum von 20 mal 20 mal $15\frac{1}{8}$ oder 400 mal $15\frac{1}{8}$ Fuß; u. s. f.

Dieses Gesetz des Falls gilt von allen, größern und kleinern, dichtern und lockerern Körpern, sobald ihrem Falle gar kein Hinderniß im Wege steht. Da aber alle Körper beim Fallen sich durch die Luft herabarbeiten müssen, so wird obige Geschwindigkeit durch den Widerstand der Luft, bei lockern Körpern mehr, bei dichtern weniger abgeändert. Z. B. Gold, Platin und anderes schweres Metall arbeitet sich mit größter Gewalt durch die Luft

herab und verliert beim Fallen am wenigsten von seiner gesetzlichen Geschwindigkeit; Kork, Papier und andere leichte Körper hingegen verlieren durch den Widerstand der Luft viel von ihrer Gewalt beim Fallen. Manche Körper sind auch so leicht, daß sie diesen Luft-Widerstand gar nicht überwältigen können, weil er stärker als die Gewalt ist, welche die Körper zum Fallen besitzen. Im luftleeren Raume würden alle diese Körper mit gleicher Geschwindigkeit fallen, welches der Physiker auch durch Experimente mit der Luftpumpe beweisen kann *).

Wenn bisher die Rede davon war, daß ein Körper in der ersten Sekunde seines Falls einen Weg von 15⅛ Fuß zurücklegt, so mußte dieses von Höhen verstanden werden, die sich nicht gar weit über der Oberfläche der Erde erstrecken. Die Kraft der Schwere ist in dem Mittelpunkte der Erde gleichsam concentrirt.

---

*) S. meinen physikalischen Jugendfreund. Th. II. S. 127 f.

Daher wirkt sie auf diejenigen Körper am stärksten, welche diesem Mittelpunkte am nächsten sind. In einer größern Entfernung vom Mittelpunkte wirkt sie schwächer, und zwar um so schwächer, je weiter von dem Mittelpunkte der Erde hinweg die Körper sich befinden. Selbst auf Körper nahe am Aequator wirkt sie schon merklich schwächer, als auf Körper in der Nähe der Pole, weil, wegen der sphäroidischen Gestalt der Erde, alle Stellen um dem Aequator herum entfernter von dem Mittelpunkte der Erde sind, als alle Stellen in der Nähe der Pole (Th. I. S. 40f.).

In einer Entfernung von 860 Meilen von der Oberfläche der Erde (das Doppelte unserer Entfernung von der Mitte der Erde) wirkt die Kraft der Schwere viermal schwächer, als nahe an der Oberfläche; folglich würde in der Entfernung von 860 Meilen über der Erd-Oberfläche ein Körper in der ersten Sekunde nur $3\frac{25}{32}$ rheinländische Fuß tief herabfallen. In der dreifachen Entfernung

von der Mitte der Erde wirkt die Schwere neunmal schwächer, in der vierfachen sechszehnmál, in der fünfzigfachen 2500 mal, in der hundertfachen 10,000 mal ꝛc., weil das Quadrat von drei 3 mal 3 oder 9, von vier 4 mal 4 oder 16, von fünfzig 50 mal 50 oder 2500 ist; u. s. f.

Der unsterbliche Britte Newton gründete hierauf folgendes wichtige Naturgesetz: Auf jeden Körper wirkt die Schwere mit so vielmal geringerer Kraft, als das Quadrat seiner Entfernung von der Mitte der Erde größer ist, wie bei uns, (unsere Entfernung zu 1 angenommen).

Wäre also der Mond 60 mal weiter von der Erde entfernt, als wir Menschen, so müßte auf dem Monde die von unserer Erde herrührende Schwerkraft 60 mal 60 oder 3600 mal schwächer wie bei uns seyn.

In der That erstreckt sich auch die in unserer Erde wirksame Schwerkraft bis zum

Monde hin, der unserer Erde als Trabant zugehört. Diese Schwerkraft macht nun, daß der Mond stets bei unserer Erde bleibt. Dieselbe Schwerkraft, vereint mit noch einer andern Kraft, ist auch Ursache, daß er stets um unsere Erde herumläuft.

Die eben genannte zweite Kraft, Tangentialkraft, Fliehkraft, abtreibende Kraft genannt, kann man sich als einen Stoß gedenken, den der Mond gleich bei seiner Erschaffung nach einer Richtung empfangen hat, welche von unserer Erde abwärts geht. Die Wirkung dieses Stoßes dauert noch jetzt unvermindert fort.

Gesetzt, T Fig. 4. Taf. III. wäre die Erde und bei a befände sich der Mond, welcher von der Schwerkraft der Erde in der Richtung a T, von einer andern (durch einen anfänglichen Stoß erhaltenen) Kraft zugleich in der Richtung a b bewegt werden soll. Nimmt man an, daß er von der Schwerkraft in derselben Zeit durch den Weg a c getrie-

ben würde, wo die andere Kraft ihn nach a b hin triebe, so müßte er die Diagonale a d des Parallelograms a b d c durchlaufen. Wirkte nun die Schwerkraft der Erde nicht weiter auf ihn, so würde er vermöge seiner Trägheit in der Richtung a d durch d f fortfliegen *). Da aber, wenn er z. B. in d angekommen ist, die Schwere ihn wieder nach T hinzieht, so kann er weder nach d f, noch nach d T sich hinbewegen. Zöge ihn die Schwerkraft bis d e, während die andere von T abtreibende Kraft ihn bis d f führen würde, so muß er wieder die Diagonale d g des Parallelograms d e g f durchlaufen. In g angekommen, würde er, vermöge seiner Trägheit, ohne die Schwerkraft, in der Richtung g i fortfliegen. Aber da

*) Trägheit ist das Unvermögen aller Körper, für sich selbst sowohl aus dem Zustande der Ruhe, als auch aus dem Zustande der Bewegung herauszubegeben. Vielmehr wird jeder Körper so lange darin beharren, bis irgend eine andere Kraft ihn aus diesem Zustande herausbringt.

auch hier wieder die Schwerkraft auf ihn wirkt, so bewegt er sich wieder in der Diagonale gk fort; u. s. w. Auf diese Weise würde er also in lauter Diagonalen von Parallelogrammen um die Erde T herumkommen, ohngefähr so, wie Fig. 5. es zeigt.

Nun wirken aber die beiden Kräfte, welche man Centralkräfte nennt, nicht absatzweise auf den Mond, wie die bisherige Darstellung es zeigte, sondern ununterbrochen. Daher müssen die Parallelogramme und die Diagonalen derselben unendlich klein seyn, so klein, daß sie alle in der Zusammensetzung eine einzige krumme Linie um die Erde herum bilden, die in sich selbst zurückkehrt.

Eine solche Beschaffenheit hat es nun nicht blos mit der Umdrehung des Mondes um die Erde, sondern auch mit dem Laufe der Erde und aller übrigen Planeten um die Sonne, sowie mit der Bewegung jedes Trabanten um seinen Hauptplaneten.

Die krumme Linie, welche ein Körper

durch die Wirkung zweier Centralkräfte beschreibt, fällt begreiflich desto gekrümmter aus, je stärker die Schwerkraft oder Centripetalkraft gegen die Tangentialkraft oder Fliehkraft ist. So kommt also die nähere Beschaffenheit dieser krummen Linie, die als Bahn des bewegten Körpers um einen gewißen andern Körper herumläuft, auf das Verhältniß jener beiden Kräfte an. Nach Vollendung eines ganzen Umlaufs kann der Körper immer wieder in denselben Punkt treffen, von welchem er ausgieng; und dann ist die in sich selbst zurückkehrende krumme Linie ein Kreis, oder eine Ellipse ꝛc. Letztere macht, wie wir wissen, die Bahnen der Planeten, der Nebenplaneten, der Kometen und überhaupt vielleicht aller Himmelskörper aus.

Wäre die krumme Linie keine in sich selbst zurückkehrende, so könnte sie eine Spirallinie seyn, die sich entweder in immer engern oder in immer weitern Gängen um den Mittelpunkt windet. Würde z. B. ein Stein

aus dem Monde (etwa aus einem Mondvulkane durch eine ungeheure Gewalt der Dämpfe) so weit hinwegschleudert, daß er, in einer gewissen Entfernung von dem Monde, von der Schwerkraft der Erde stärker gezogen würde, als von der Schwerkraft des Mondes, so würde er in einer Spirallinie, deren Gänge nach der Erde zu immer enger werden müßten, unsern Planeten erreichen. Denn vermöge seiner Trägheit würde er noch einen großen Theil der Geschwindigkeit des Mondes (wegen des Laufs desselben um die Erde) behalten, folglich könnte er nicht in gerader Linie auf die Erde herabfallen. Und weil ihn die Schwerkraft der Erde immer stärker und stärker zieht, je mehr er sich der Erde nähert, so muß er immer stärkere und stärkere Krümmungen um die Erde herum beschreiben, folglich um dieselbe in immer engern und engern spiralförmigen Gängen herumlaufen.

Vierzehntes Kapitel.

Von der Zeitmessung im Allgemeinen.

Es war sehr natürlich, daß schon den ältesten Völkern der Erde die regelmäßige Bewegung der Himmelskörper zu einem Zeitmaße dienen mußte, wonach sie ihre Geschäfte ordneten. Am geschicktesten und bequemsten dazu mußten sie die Sonne finden.

Die Zeit von einer Frühlings-Nachtgleiche bis zur andern macht das wahre Sonnenjahr oder das tropische Jahr aus. Die Zeit von einer Culmination, d. h. von einem Durchgange der Sonne durch den Mittagskreis bis zum andern, wird wahrer Sonnentag genannt. Dieser hat 24 wahre Sonnenstunden; eine Stunde hat

60 wahre Sonnenminuten. Die Wiederkehr der Sonne vom Anfangspunkt des Widders bis wieder zu demselben oder das tropische Jahr dauert 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 45½ Sekunden. In dieser Zwischenheit hat sie einen ganzen Kreis am Himmel, folglich auch vom Aequater 360 Grade zurückgelegt.

So würde also die Sonne bei gleicher Geschwindigkeit alle Tage einen Bogen von 59 Minuten 8⅓ Sekunden durchlaufen; und multiplicirte man diese Zahl mit der Anzahl der seit der Nachtgleiche verflossenen Tage, so könnte man den jedesmaligen Ort der Sonne in der Ecliptik finden.

Aber dieser so berechnete Ort, welcher mittlerer Ort oder mittlere Länge der Sonne heißt, stimmt mit dem wahren Sonnenorte nicht überein. Denn alle Beobachtungen lehren, daß die Sonne im Winter durch einen Bogen von 61 Minuten, im Sommer aber nur durch einen Bogen von

57 Minuten sich bewegt. Sie hält sich daher in der nördlichen Hemisphäre fast 8 Tage länger auf, als in der südlichen.

Auch die Sonnentage können nicht von gleicher Länge oder Dauer seyn, weil die Sonne in einer gegen den Aequator geneigten Bahn, der Ecliptik, fortrückt. Denn blos von dem Aequator selbst gehen in gleichen Zeiträumen gleiche Theile durch den Meridian. Die Richtung der Ecliptik im Mittagskreise geht nur selten östlich. Deswegen schiebt sich die Sonne (vermöge ihrer scheinbaren Bewegung) nicht um die ganze Größe ihres Laufs in der Ecliptik, sondern nur um einen Theil dieser Größe östlich fort.

Stellte C Q, Fig. 6. Taf. III., einen Quadranten (den vierten Theil) des Aequators, C E aber, oder ♈ ♋, einen Quadranten der Ecliptik vor, so wird folgende Erscheinung einleuchtend.

Wenn sich die Sonne in einem Tage um den Bogen C B fortschiebt, so wird sie im

Widder (♈) nur um den Theil Cb gerade ostwärts gebracht. Beim Krebs (♋) aber, wo sie den Bogen Ef durchläuft, wird sie sich fast parallel mit CQ, folglich um das Stück rQ, welches dem fE gleich ist, ostwärts gerade fortbewegen. Wären daher auch CB und fE, sowie überhaupt alle täglich in der Ecliptik durchlaufene Bögen einander gleich, so würden deswegen doch nicht die durch Cb, rQ, ausgedrückten Sonnentage gleich seyn.

Hieraus läßt es sich recht wohl begreifen, daß die Tage um die Zeit der Winter-Sonnenwende am längsten, überhaupt im Winter länger sind, als im Sommer und um die Zeit der Nachtgleichen. Unsere **Uhren**, welche einen gleichförmigen Gang haben, können daher mit diesen so veränderlichen Sonnentagen und Sonnenstunden nicht übereinstimmen.

Um aber doch aus dem Sonnenlaufe ein gleichförmiges Zeitmaaß zu erhalten, wonach sich die Stunden der gewöhnlichen Uhren vergleichen ließen, so dachten sich die Astronomen

eine gewisse gleich bleibende Zeit, woraus die wahre Zeit bestimmt werden konnte. Sie nahmen nämlich an, eine andere Sonne bewege sich gleichförmig von Abend gegen Morgen in dem Aequator und durchlaufe diesen Kreis genau in eben derselben Zeit, in welcher die wahre Sonne mit obiger ungleichförmigen Bewegung ihre Bahn durchläuft. Auch stellten sie sich vor, die erdichtete Sonne gehe, wie die wahre, täglich durch den Mittagskreis. Die Zwischenzeiten von einem Durchgange der erdichteten Sonne durch den Mittagskreis bis wieder zu dem nächstfolgenden werden mittlere Sonnentage genannt; die von diesem Durchgange an gezählte Zeit selbst heißt mittlere Sonnenzeit. Der Unterschied der mittlern und wahren Zeit aber wird Zeitgleichung oder Aequation genannt. Die Astronomen haben Tafeln, sogenannte Aequationstafeln, entworfen, welche die Zeitgleichung für jeden Tag im Jahre angeben und da-

her zur Stellung der Uhren sehr nützlich seyn können.

Da die vorhin erwähnte erdichtete Sonne den Aequator in demselben tropischen Jahre ganz zurücklegt, wo die wahre Sonne die wahre Bahn durchläuft, so bewegt sie sich täglich durch einen Aequatorbogen von 59 Minuten $8\frac{1}{3}$ Sekunden mit gleichförmiger Geschwindigkeit. Und da unsere gewöhnlichen Räderuhren nur die mittlere oder gleiche Zeit weisen (weil sie so eingerichtet sind, daß sie stets 24 Stunden beschreiben, während 360 Grad, 59 Minuten, $8\frac{1}{3}$ Sekunden vom Aequator durch den Meridian gehen), so geben sie nur an denjenigen Tagen des Jahres, wo die mittlere Zeit mit der wahren zusammenfällt, zugleich die wahre Sonnenzeit an. Die Sonnenuhren hingegen, deren Schatten dem ungleichen Gange der Sonne stets folgt, zeigen die wahre Sonnenzeit, vorausgesetzt, daß sie richtig gezeichnet und aufgestellt sind.

Wenn die Sonne ihren jährlichen Um-

lauf am Himmel vollendet hat, so kommt sie auch wieder zu den Fixsternen, womit sie das Jahr zuvor einerlei Länge hatte. Man nennt diesen Zeitraum ein Sternjahr. Er ist länger, als das tropische Jahr. Ehe nämlich die Sonne wieder bis zu dem Frühlingspunkte kommt, ist die Länge der Fixsterne, wegen des Zurückgehens des Aequinoctialpunktes, so gewachsen, daß die Sonne erst noch einen Bogen von 50⅖ Sekunden durchlaufen muß, ehe sie wieder mit einem und demselben Sterne zusammenkommt. Dazu hat sie 20 Minuten 25½ Sekunden Zeit nöthig. Daher enthält das Sternjahr 365 Tage 6 Stunden 9 Minuten und 11 Sekunden.

Sterntag nennt man den immer gleichen unveränderlichen Zeitraum, binnen welchem ein Fixstern wieder auf derselben Stelle des Meridians erscheint, oder die Himmelskugel einmal sich umdreht. Man theilt den Sterntag in 24 Sternstunden. Die Sternstunde theilt man wieder in Sternminuten ꝛc.

Man hat sogar eigene Uhren, Sternuhren, welche nach der Sternzeit gehen.

Alle 360 Grade des Aequators passiren in 24 Stunden mit gleichförmiger Geschwindigkeit den Meridian. Daher kommen auf eine Sternstunde genau 15 Grade. Denn 15 mal 24 machen jene 360 Grade aus. Es braucht also jeder Bogen von 1 Grade zum Durchgange durch den Meridian $\frac{1}{15}$ Stunde oder $\frac{60}{15}$ = 4 Minuten Sternzeit; der Bogen von 1 Minute gebraucht 4 Sternsekunden rc.

Nun ist es ferner bekannt, daß sich die scheinbare Himmelskugel genau in 24 Sternstunden einmal, von Osten nach Westen, um ihre Axe dreht. In derselben Zeit aber bewegt sich die erdichtete Sonne im Aequator um einen Bogen von 59 Minuten $8\frac{1}{3}$ Sekunden fort. Wenn also der Fixstern wieder culminirt (d. h. in den Meridian tritt), so muß sich jener Bogen auch erst wieder durch den Meridian schieben. Dazu hat er 3 Minuten 56 Sekunden und 33 Tertien Sternzeit nö-

thig *). Hieraus ergiebt sich, daß der mittlere Sonnentag gleich ist:

24 St. 3 Min. 56 Sek. 33 Tertien

oder $86636\frac{3}{10}$ Sekunden Sternzeit. Der Sterntag aber ist in mittlerer Sonnenzeit:

23 Stunden 56 Minuten 4 Sekunden.

Hieraus sieht man, wie viel die Uhr zwischen zwei nächsten Culminationen eines Fixsterns (oder Durchgängen desselben durch den Meridian) fortrücken muß, wenn sie mittlere Sonnenzeit zeigen soll. Man kann übrigens das Verhältniß der mittlern Sonnenzeit zur Sternzeit leicht finden, wenn man weiß, es enthält

der Sterntag 86164 Sekunden mittlere Sonnenzeit, und

der mittlere Sonnentag $86636\frac{3}{10}$ Sekunden Sternzeit.

Gehen nun alle 360 Grade des Aequators in 86164 Sekunden mittlerer Sonnenzeit durch

---

*) Jede Sekunde kann wieder in 60 gleiche Theile oder Tertien eingetheilt werden.

den Meridian, so hat 1 Grad dazu $239\frac{3}{10}$ Sekunden (oder 3 Minuten $59\frac{3}{10}$ Sekunden) Zeit nöthig, folglich bedarf eine Minute dazu 3 Sekunden und 59 Tertien Zeit. Da ferner in 24 Stunden mittlerer Sonnenzeit 360 Grad 59 Minuten und 8 Sekunden des Aequators den Meridian passiren, so streichen in einer Stunde Zeit 15 Grade 2 Minuten und 28 Sekunden, in einer Minute also 15 Minuten 2 Sekunden und 28 Tertien durch den Mittagskreis.

Auf diese Art kann man also leicht die Bögen des Aequators in mittlere Sonnenzeit, und umgekehrt, mittlere Sonnenzeit in Bögen des Aequators verwandeln. In astronomischen Jahrbüchern und in manchen andern astronomischen Werken findet man auch Tafeln, worin die Resultate dieser Verwandlung der Sternzeit in mittlere Sonnenzeit, und umgekehrt letztere in erstere, aufgestellt sind.

Fünfzehntes Kapitel.

Die älteste Art, den Tag einzutheilen, und die Sonnenuhren.

Die Eintheilung einer ganzen scheinbaren Umwälzung der Sonne um die Erde (des sogenannten bürgerlichen Tages) in Tag und Nacht, sowie die Eintheilung des natürlichen Tages oder derjenigen Zeit, wo die Sonne über dem Horizonte sich befindet, in Morgen, Mittag und Abend, war vorzüglich in solchen Ländern sehr unvollkommen, die nicht nahe am Aequator liegen und wo Länge des Tages und der Nacht in den verschiedenen Zeiten des Jahres so sehr von einander abweicht.

Ein besseres Zeitmaaß fand man an aufgerichteten, von der Sonne beschienenen, Ge-

genständen. Man sah nämlich an denselben, daß ihr Schatten regelmäßig bald länger, bald kürzer wurde, daß des Vormittags seine Länge bis zu Mittag abnahm, daß diese Länge zu Mittage am kürzesten war, daß sie aber dann wieder bis zu Sonnenuntergang zunahm. Man maß daher die Länge des Schattens von einem gewissen aufgerichteten Körper, theilte ihn in eine Anzahl gleicher Theile, z. B. in Fuße und Zolle ein, und nach dieser verschiedenen Länge des Schattens ordnete man dann die Geschäfte des Tages.

Bald bemerkte man aber auch, daß der Schatten eines aufgerichteten Körpers, z. B. eines Baumes, eines Stabes, eines zugespitzten Steines ꝛc. zu den verschiedenen Tageszeiten nicht blos eine verschiedene Länge, sondern auch eine verschiedene Lage hatte; und diese verschiedene Lage des Schattens (oder sein Weg, den er von Morgen bis Abend auf einer Ebene zurücklegt) gab zur Erfindung der Sonnenuhren, eigentlich der Schatten-

uhren, Schattenzeiger, Anlaß, die damals Gnomonen genannt wurden. Zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen theilte man den Weg des Schattens, der einen Kreisbogen auf der Ebene bildet, in zwölf gleiche Theile oder Stunden ein. Diese Eintheilung in Stunden lernten die Griechen von den Babyloniern. Wahrscheinlich hatten die ältern Chaldäer sie zuerst eingeführt.

Obelisken und Pyramiden, welche zur Belehrung des Volks auf öffentlichen Plätzen standen, waren wohl die ersten Sonnenuhren der durch Sternkunde und Schifffahrt ausgezeichneten Babylonier, Aegyptier, Phönizier und anderer alter Völker. Die Griechen lernten diese Sonnenuhren durch den Chaldäer Berosus kennen. Die Stunden waren in einen Stein gehauen, den der Schatten des aufgerichteten Gegenstandes bestrich.

Bestanden die ersten Sonnenuhren aus einem Steine, worin die Linien und Punkte für die Stunden eingehauen waren, so gab

gewöhnlich ein hervorstehender und zugespitzter kleiner Kegel oder eine solche kleine Pyramide den Zeiger ab, dessen Schatten zu jeder Zeit, wo die Sonne schien, die Stunde des Tages anmerkte. Die Form der Steine wurde in der Folge auf mannigfaltige Art abgeändert; bald wurde ihre Gränzfläche, worauf die Stunden verzeichnet waren, eben, bald convex oder erhaben, bald vertieft oder concav gemacht. Die concave Gestalt war die gebräuchlichste. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts sind solche alte Sonnenuhren in verschiedenen Gegenden Italiens ausgegraben worden. Die Stunden befanden sich hier in einer kugelförmigen Aushöhlung. Sie enthielten den Aequator sammt den Wendekreisen.

Anaximander aus Miletus, ein griechischer Philosoph und Mathematiker, verbesserte die Sonnenuhren bedeutend, und deswegen hielt man ihn auch oft für den Erfinder derselben. So machte er z. B. einen Gnomon, welcher nach der Polhöhe verschiedener

Oerter eingerichtet und gestellt werden konnte, und auch dazu diente, den Winkel der Ecliptik genauer auszumessen und anzugeben. Berühmt wurden bald hierauf auch noch die Sonnenuhren des Anaximenes, des Eudoxus, des Apollonius, des Dionysiodors, des Kleanthes, des Theodosius und anderer. Diese Sonnenuhren hatten mancherlei Gestalt und Einrichtung. Um dieselbe Zeit kamen auch die Sonnenringe mit einem kleinen Löchelchen, durch welche ein kleines Sonnenbild auf der innern Seite des Ringes die Stunden angiebt, zum Vorschein.

Rom erhielt erst 500 Jahre nach seiner Erbauung eine wirkliche Sonnenuhr. Obelisken hatten bis dahin ihre Stelle versehen. L. Papirius Cursor soll der erste gewesen seyn, der jene Sonnenuhr neben dem Tempel Quirins aufstellte.

Weil aber nur an wenigen Orten der Stadt Sonnenuhren angebracht waren, so hätten die Einwohner immer an einen solchen Ort hin-

gehen oder Jemand hinschicken müssen, um die Zeit des Tages in Erfahrung zu bringen. Diese Unbequemlichkeit zu verhüten, stellte man eigne Uhrknechte und Uhrmädchen an, welche die jedesmalige Stunde des Tages überall laut verkündigen, auch wohl gar durch eine Trompete sie abblasen mußten.

Immer mannigfaltiger und bequemer wurde nach und nach die Einrichtung und der Gebrauch der Sonnenuhren. Man gab ihnen zweckmäßigere und gefälligere Formen und versah sie nebenher auch mit allerlei Verzierungen. Selbst in den neuesten Zeiten hat der Gebrauch dieser Zeitmesser nicht aufgehört. Man hat sie noch immer vervollkommnet, oft auch sehr künstlich eingerichtet. So enthielten z. B. die Sonnenuhren des Peter Apian, auf vielen concentrischen Kreisen, außer den gewöhnlichen Tagesstunden, die Planetenstunden, die Anzahl der Monate im Jahre, die Anzahl aller Monatstage, die Zeichen des Thierkreises ꝛc. So verzeichnete der bekannte

Albrecht Dürer die Sonnenuhren auf Schneckenlinien und auf allerlei irreguläre Körper. So gab Pater Kirher künstliche Sonnenuhren an, die unter jeder Breite der Erde gebraucht werden konnten; auch sogenannte astrologische Sonnenuhren, die neben den Tagesstunden und den Zeichen des Thierkreises, Glück und Unglück, gutes und böses Wetter, die verschiedenen Temperamente der Menschen ꝛc. anzeigen sollten. Das waren freilich unbrauchbare Spielereien. So verfertigte Bizot zu Besançon eine Sonnenuhr, die man nur sieht, wenn die Sonne scheint. Nämlich über einem auf einer Mauer stehenden Schutzengel sind an einem Dache von Eisenblech die Stundenlinien sammt den Stundenzahlen ausgeschnitten. Bescheint nun die Sonne das Dach, so bildet sich die durchbrochene Sonnenuhr an der Mauer ab und die wirkliche Tagesstunde zeigt sich an dem Zeigefinger des Engels.

Aber alle diese künstlichen Sonnenuhren haben nicht den reellen Nutzen, welchen akkurat ver-

fertigte einfache Sonnenzeiger (an einer vertikalen oder horizontalen ebenen Fläche) gewähren, wie wir sie noch oft zum Stellen unserer Räderuhren anwenden. Man muß diese Sonnenuhren genau nach der Mittagslinie stellen, und, je nachdem sie Vertikaluhren oder Horizontaluhren sind, vollkommen senkrecht oder waagrecht anbringen. Die beweglichen Sonnenuhren mit der Magnetnadel sind unsicher; leicht kann man bei ihrem Aufstellen etwas versehen. An den in freier Luft befestigten verursachen freilich starker Frost, oder starke Sonnenhitze, oder andere Veränderungen in der Atmosphäre, ebenfalls Verrückungen, die schon zu Irrungen von einigen Minuten Anlaß geben können. — Von der genauern Art, unsere Uhren zu stellen, wird noch in der Folge die Rede seyn.

Sechszehntes Kapitel.

Die Wasseruhren und Sanduhren.

So nützlich auch die Sonnenuhren waren, so hörte doch ihr Gebrauch auf, sobald es Nacht wurde, und sobald Wolken das Gewölbe des Himmels überzogen. Anfangs half man sich des Nachts dadurch, daß man, freilich wieder blos bei heiterer Luft, die verschiedenen Stellungen der Sterne beobachtete, um daraus die jedesmalige Zeit abzunehmen. Einen nächtlichen Zeitmesser hatten die Alten auch an dem Haushahn, der ihnen durch sein Geschrei verschiedene Stunden der Nacht verkündigte, ohne daß sie nöthig hatten, von ihrem Lager aufzustehen. Aber welch ein unvollkommener Nothbehelf war auch dies! Erst als die Wasser- und

Sanduhren erfunden wurden, hatten die Alten Zeitmesser, die ihnen bei Tage und bei Nacht, bei heiterer und bei trüber Luft die Stunden des Tages und selbst kleinere Theile von Stunden anzeigten.

Chaldäer und Aegyptier, die Schöpfer der Astronomie, haben vermuthlich die Wasseruhren erfunden. Bei der Erfindung dieser Zeitmesser kam es hauptsächlich darauf an, einen gleichförmigen Wasser-Ausfluß zu unterhalten. Wahrscheinlich waren die ersten Wasseruhren so eingerichtet, daß das Wasser aus Urnen oder Schaalen in Tropfen, gleichsam verstohlner Weise, herausfloß. Daraus entstand denn der Name Clepsyder (von κλεπτειν, stehlen, und ὕδωρ, das Wasser). Alsdann zeigte die immer niedriger sinkende Oberfläche des Wassers die Zeit des Tages an dem Gefäße an, dessen Seite auf einer perpendikulären Linie mit den Stunden bezeichnet war.

Diese

Diese sinnreichen Zeitmesser wurden nach und nach, z. B. auf folgende Art, vervollkommnet: Man ließ das Wasser aus einer engen Oeffnung in der Spitze eines hohlen Kegels herauslaufen, der an einer Seite mit den Abtheilungen für die Stunden bezeichnet war, und ein massiver Kegel tauchte in jenen hohlen so ein, daß dadurch der Ausfluß des Wassers möglichst gleichförmig gemacht wurde. Eine kleine menschliche Figur, die durch ein Stück Kork über dem Wasser schwimmend erhalten wurde, mußte oft, mit einem Stabe (als Zeiger) in der Hand, an einer Säule niedersteigen, und an derselben die Stunde des Tages bemerken. Man verband auch wohl mit dieser Vorrichtung noch andere künstliche Abtheilungen und Kreise, z. B. die Ecliptik mit ihren Zeichen, die Monatstage u. dgl. m.

Ein Paar hundert Jahre vor Christi Geburt war vorzüglich Ctesibius von Alexandrien in der Verfertigung von Wasseruhren berühmt. Hundert Jahre später wurden diese

Zeitmesser in Rom eingeführt. — Selbst in den neuesten Zeiten sind manche neue Arten von Wasseruhren, oft sogar äusserst künstliche, als artige Produkte des menschlichen Scharfsinns, die freilich nie zum Ersatz unserer Räderuhren dienen konnten, zum Vorschein gekommen.

Die Erfindung der Sanduhren gieng aus der Erfindung der Wasseruhren sehr leicht hervor, weil der Sand fast so bewegbar als Wasser ist. Durch eine kleine Oeffnung in einem Gefäße läuft der Sand eben so hindurch und bezeichnet mit seiner Oberfläche auch die Stunden eben so, als das Wasser bei den Wasseruhren. Der Sand läuft aus dem einen Behältnisse in ein anderes. Beide sind gewöhnlich hohle Kegel, die mit ihrer offenen Spitze an einander stehen. Wenn das oberste Gefäß (etwa binnen einer Stunde oder binnen zwölf Stunden) leer geworden ist, so wird es umgekehrt, und dann fängt das andere wieder eben so zu laufen an; u. s. f.

Eben so wenig, als die Wasseruhren, werden jetzt die Sanduhren, wovon man auch künstliche mit allerlei Verzierungen hat, zu einem ernsthaften Gebrauch angewendet; denn an den Räderuhren, deren bewegende Kraft entweder ein trockenes Gewicht (ein Bleigewicht) oder eine spiralförmig zusammengewundene elastische Stahlfeder ist, haben wir seit dem 11ten Jahrhundert Zeitmesser, welche die Stunden und kleinere Zeiträume des Tages viel bequemer und genauer, sowohl für das gemeine Leben, als auch für die Sternkunde, angeben.

Siebenzehntes Kapitel.

Die Räderuhren im Allgemeinen, besonders in astronomischer Hinsicht.

Die ersten Spuren von Räderuhren, die durch ein trocknes Gewicht bewegt werden, kommen im eilften Jahrhundert vor. Was man früher für Räderuhren hielt, waren entweder künstliche Wasseruhren mit Rädern, oder Planetenmaschinen, d. h. künstliche durch Kurbeln bewegte Räderwerke, welche den Lauf der Planeten und andere astronomische Erscheinungen darstellten.

Man denke sich mehrere Räder und Getriebe, die so in einander greifen, daß sie alle umlaufen, wenn das erste durch eine Kraft, z. B. durch ein Bleigewicht oder durch eine spiralförmig zusammengewundene elastische

Stahlfeder getrieben wird. Es kam bei dieser Erfindung darauf an, die Räder so langsam in Bewegung zu setzen, daß ein Rad erst in zwölf Stunden einen Umgang vollendete, folglich im Stande war, auf seiner Axe den Stundenzeiger zu tragen, der bekanntlich auf einem in zwölf gleiche Theile getheilten Kreise des Zifferblatts die Stunden anzeigt.

Diese langsame Bewegung des Räderwerks bewirkte man durch die Hemmung oder das Stoßwerk (Echappement). Das letzte Rad der Uhr, welches sich am schnellsten herumbewegt, ist das Hemmungsrad, gewöhnlich Steigrad genannt, ein Rad mit schrägen sägenförmigen Zähnen. Bei den meisten großen Uhren liegen diese Zähne in derselben Fläche des Rades; bei den kleinen Uhren, z. B. den Taschenuhren, ist das Steigrad kronenförmig, und dann liegen die Zähne in einer Fläche, die mit der Welle oder Axe des Rades parallel ist. In jenem Falle

liegt zwischen den Zähnen ein doppelter anker-ähnlicher, um eine Welle beweglicher, Haken (der englische Haken oder der Anker); in diesem Falle aber eine Spindel mit zwei Flügeln oder Läppchen, deren Lage gegen einander so ist, daß sie einen rechten, oder noch etwas größern, Winkeln mit einander bilden. Der eine Flügel der Spindel liegt oben, der andere unten zwischen ein Paar Zähnen des Steigrades. Auch von dem englischen Haken liegt das eine gebogene Ende rechts, das andere links zwischen ein Paar Zähnen des Hemmungsrades.

Ist nun das Räderwerk in Bewegung, so findet das Steigrad an dem Haken oder an der Spindel ein Hinderniß, welches die Bewegung nicht ganz aufhält, sondern nur langsamer macht. Denn bei den großen Uhren wird bald das eine, bald das andere Ende des Hakens aus den Zähnen des Rades herausgeworfen; wird das eine herausgeworfen, so fällt das andere immer wieder zwischen die Zähne, um sich von neuem herauswerfen zu

lassen. Bei den kleinen Uhren ist dies mit der Spindel derselbe Fall. Wird der eine Flügel oder Lappen aus den Zähnen des Steigrades herausgeschoben, so fällt der andere immer wieder hinein; u. s. f. Also ist die Hemmung (wovon man übrigens auch noch andere Arten hat) ein stets fortgestoßenes und immer wiederkehrendes Hinderniß, welches die Geschwindigkeit des Räderwerks mäßigt, aber keinesweges die Bewegung ganz aufhalten darf.

So konnte nun durch dieses Mittel eine Gewichtuhr oder Federuhr, wenn sie einmal aufgezogen war, einen ganzen Tag, eine Woche und noch länger fortgehen, ehe man sie von neuem aufzuziehen brauchte; und die Verbindung des Räderwerks ließ sich so machen, daß die Axe eines Rades den Stundenzeiger, eines andern den Minutenzeiger, eines dritten den Sekundenzeiger ꝛc. trug. Und den Gang dieser Zeiger konnte man so reguliren, daß er mit der Bewegung der Sonne und anderer himmlischen Körper übereinstimmte.

Freilich waren die ersten Uhren (auch die von Peter Hele in Nürnberg erfundenen Taschenuhren) nur Stundenuhren, welche blos Stunden zeigten. Die Minuten und Sekunden würden auch noch zu sehr den damaligen unvollkommenen Zustand dieser Zeitmesser verrathen haben. Denn die kleinsten Unrichtigkeiten des Räderwerks, fehlerhafter Eingriff der Zähne und Triebstöcke in einander, Veränderungen der Wärme und Kälte, veränderliche Trockenheit und Feuchtigkeit der Luft u. dgl. wirkten so auf die Maschine, daß die Schwingungen (d. h. die Hin- und Herbewegungen des mit dem englischen Haken oder mit der Spindel verbundenen Theils, eine Schwungstange oder ein Schwungrad) sehr ungleich ausfallen mußten.

Es waren also mit den ersten Uhren noch manche wesentliche Verbesserungen vorzunehmen. Der berühmte holländische Mathematiker Christian Huyghens gab den großen Uhren im Jahr 1657 das Pendel zum

Regulator. Schon früher hatte der große Galilei in Florenz die Entdeckung gemacht, daß ein an einem Faden aufgehängter schwerer Körper Schwingungen hin und her machte, welche längere Zeit gleichförmig blieben und daher zu einem Zeitmaße benutzt werden konnten. Aber seine Bemühungen, ein solches Pendel mit den Uhren zu verbinden und durch die Bewegungen derselben ihm stets einen neuen Antrieb geben zu lassen, blieben fruchtlos. Dem Huyghens gelang dies besser.

Das Pendel des Huyghens bestand aus einem Gewichte, welches an einer dünnen eisernen Stange befestigt war. Diese Stange wurde so mit einer Spindel (nachgehends auch mit einem englischen Haken) verbunden, daß, wenn die Spindel (oder der englische Haken) von dem Steigrade eine hin und her gehende Bewegung erhielt, auch das Pendel mit hin und her gehen mußte. Kleine Unregelmäßigkeiten im Räderwerke der Maschine wurden nun durch das Pendel großen Theils corri-

girt, vermöge seines Bestrebens, stets mit Gleichförmigkeit seine Hin- und Herbewegungen zu machen.

Das an einem starken seidenen Faden hängende Pendel der ersten Huyghenschen Uhr beschrieb große Bögen hin und her. Huyghens bemerkte aber bald, daß diese großen Bögen nicht immer von gleicher Länge und Dauer blieben, daß während des Hin- und Herschwingens bald längere, bald kürzere Zeiträume verstrichen. Die Reibung der verschiedenen auf einander gehenden Theile, die Verdickung des Oehls, womit die Well-Zapfen geschmiert wurden, u. dgl. m. trugen das ihrige zu den Unrichtigkeiten bei, welche sich auf den Gang der ganzen Uhr fortpflanzen mußten. Denn die Uhr mußte geschwinder gehen, wenn die Schwingungsbögen des Pendels kleiner wurden, langsamer aber, wenn die Größe der Bögen zunahm.

Anfangs suchte Huyghens diese Unvoll-

kommenheit durch eigne künstlich gekrümmte Bleche, sogenannte cycloidische Bleche, zu tilgen, an die das Pendel beim Hin- und Hergange anschlagen mußte. Aber diese Bleche erzeugten wieder andere Unvollkommenheiten, ohne daß dadurch jene ersteren ganz hinweggeschafft wurden. Daher wendete man sie in der Folge nicht weiter an, sondern richtete die Uhren so ein, daß die Pendel kleine Bögen hin und her schwangen, welche man als völlig gleichförmig ansehen konnte. Unsere astronomischen Pendeluhren haben Pendel mit schweren Linsen oder linsenförmigen Gewichten, welche so kleine Bögen hin und her beschreiben, daß man immer glaubt, die Uhr sey im Begriff, still zu stehen. Die linsenförmige Gestalt hat das Pendel-Gewicht deswegen, damit es einen geringern Widerstand der Luft finde, indem es bei seinem Hin- und Hergange mit der scharfen Kante die Luft durchschneidet. Auch durch die kleinen Bögen hin und her wird der Wi-

derstand der Luft verringert, weil dann die hinwegzutreibende Luftmasse geringer ist.

Zur Dauer einer gewissen Schwingung ist immer eine gewisse Länge des Pendels nöthig. So muß z. B. ein Pendel, um noch einmal so schnell zu schwingen, viermal kürzer gemacht werden, um dreimal so schnell zu schwingen, neunmal kürzer ꝛc., überhaupt nach den Quadratzahlen der Zeiten immer kürzer. Im Gegentheil nach gleichen Verhältnissen länger, wenn es langsamer schwingen soll.

Auf diese Art haben Huyghens, de Mairan, Richer, de la Lande, u. A. in Paris die Länge desjenigen Pendels bestimmt, welche in einer Sekunde eine Schwingung, also in einer Stunde deren 3600 machte. Diese Länge betrug nach Huyghens 3 Fuß $8\frac{1}{2}$ Linien, nach de Mairan, Richer u. A. 3 Fuß $8\frac{3}{5}$ Linien. Man nannte ein solches Pendel Sekundenpendel; es konnte als allgemeines Maaß gebraucht werden, um darnach die Länge aller übrigen Pendel zu berechnen.

Nun aber fand man, daß nicht auf allen Theilen der Erde die Pendel mit einerlei Länge gleiche Schwingungen verrichteten (Th. I. S. 42 f.). Der in der letzten Hälfte des 17ten Jahrhunderts lebende französische Mathematiker Picard vermuthete dies zuerst. Er behauptete, daß (wenn die Erde eine sphäroidische, an den Polen abgeplattete Gestalt habe) beim Aequator das Sekundenpendel kein Sekundenpendel mehr sey, sondern zu langsam schwinge, daß es dann, um daselbst gleichfalls Sekunden zu vibriren, kürzer gemacht werden müsse; daß eben so das in Paris verfertigte Sekundenpendel auch an den Polen der Erde aufhöre, Sekundenpendel zu seyn, weil es daselbst zu langsam schwinge und erst verlängert werden müsse, um die Eigenschaften eines Sekundenpendels wieder zu bekommen. Auf mehreren Reisen nach dem Aequator und dem Nordpole ist diese Picardsche Voraussagung wirklich bestätigt worden.

Wäre die Erde so rund, wie eine voll-

kommene Kugel, so würde die Wirkung ihrer Schwerkraft auf allen Theilen der Erdoberfläche einerlei seyn, und das Pendel, bei einerlei Länge, sowohl nach dem Aequator, als nach den Polen zu, kurz an allen Stellen des Erdbodens, in einerlei Zeit eine gleiche Anzahl Schwingungen machen.

Unter den Erfindungen und Verbesserungen, welche bis auf die neueste Zeit mit großen Uhren vorgenommen wurden, steht die Schnecke und die Spiralfeder der Taschenuhren und anderer tragbaren Uhren oben an. Die Schnecke corrigirt den ungleichen Zug der Feder, welche die Uhr in Bewegung setzt. Ohne die Schnecke würde die Uhr am Ende des Aufzugs, wo die Feder in ihrem Gehäuse sich beinahe wieder ausgebreitet hat, zu langsam gehen. Die haardünne stählerne Spiralfeder corrigirt die Ungleichheiten im Räderwerk. Sie ist mit der Unruhe (dem kleinen an der Spindel sitzenden Schwungrade) verbunden. Indem diese hin und her schwingt,

zieht sich die Spiralfeder abwechselnd zusammen und auseinander, und vermöge ihrer Elasticität hält sie die Unruhe in stets gleichen Schwingungen, wenn auch Ungleichheiten im Räderwerk sie einmal mit ungleicher Kraft angriffen. Sie thut also bei den Taschenuhren und andern Federuhren dieselben Dienste, welche bei großen Uhren das Pendel verrichtet.

Achtzehntes Kapitel.

Die Compensations-Pendel für die astronomischen Uhren.

Wärme verlängert alle Körper, den einen mehr, den andern weniger; Kälte verkürzt sie. So werden alle Metallstangen in der Wärme länger, und um so länger, je höher der Grad von Wärme ist. In der Kälte ziehen sie sich zusammen und werden um so kürzer, je höher der Grad von Kälte ist.

Dieser Einfluß der Temperatur äussert sich nun auch auf das Pendel. Verlängert sich das Pendel durch Wärme (z. B. im Sommer), so geht die Uhr langsamer; verkürzt es sich durch Kälte (z. B. im Winter), so geht die Uhr geschwinder. Sind auch bei den Uhren zum gemeinen Gebrauch, wo es auf einzelne

Se-

Sekunden nicht ankommt, die durch Wärme und Kälte erzeugten Unrichtigkeiten im Gange des Zeitmessers eben nicht bemerkbar, so bleiben diese Unrichtigkeiten doch bei Uhren, die man zu genauern Beobachtungen anwendet, nämlich bei astronomischen Uhren, noch immer von großer Wichtigkeit.

Ein berühmter englischer Künstler Graham machte den ersten Versuch, das Pendel so einzurichten, daß die veränderliche Wärme und Kälte keine veränderliche Wirkung auf das Pendel äussern konnte. Er fiel zuerst auf den Gedanken, die Pendelstange aus Eben- Fichten- Tannen- oder Nußbaumholz zu verfertigen, weil das Holz nach der Länge der Fasern durch die Wärme nicht merklich ausgedehnt, und durch die Kälte nicht merklich zusammengezogen wird. Allein nun fand er wieder, daß die Feuchtigkeit der Luft durch das Holz sich zog und andere Unrichtigkeiten zuwege brachte. Hätte er die hölzerne Stange in Oehl gekocht oder mit siedendem Oehl ge-

tränkt, und hernach mit einem Firniß überzogen, so würde jener Einfluß der Feuchtigkeit nicht statt gefunden haben. Wirklich sind solche hölzerne Pendel in der Folge von geschickten Astronomen, wie Ludlam in England, Schröter in Lilienthal, Köhler in Dresden u. A., zu astronomischen Uhren benutzt worden.

Als Graham die Fehler seiner hölzernen Pendelstangen entdeckte, kam er auf den glücklichen Gedanken, die Wirkungen der Wärme und Kälte auf Pendel durch die Ausdehnung und Zusammenziehung verschiedenartiger Metalle gegen einander selbst aufzuheben, so daß dadurch der Mittelpunkt des Schwunges unverrückt blieb *).

*) Mittelpunkt des Schwunges ist derjenige Punkt in der Pendel-Linse, wo man sich die Masse des ganzen Pendels (wie ein Schwerpunkt) vereinigt vorstellen kann. Die Linie von diesem Punkte bis zum Aufhängepunkte des Pendels macht die Länge des Pendels aus.

Das erste Grahamsche Compensations-pendel von dieser Art bestand aus einer eisernen bis auf eine gewisse Höhe mit Quecksilber gefüllten Röhre. Verlängerte sich die eiserne Röhre durch einen gewissen Wärmegrad, und kam dadurch der Mittelpunkt des Schwunges tiefer herab, so verlängerte sich auch die Quecksilbersäule, aber gegen 15 mal mehr, nach oben zu; und durch dies Aufsteigen des Quecksilbers wurde der Mittelpunkt des Schwunges wieder höher hinaufgebracht. Das Höhersteigen mußte nun eben so viel betragen, als vorher der Mittelpunkt des Schwunges sich gesenkt hatte, damit dieser Punkt immer auf einer und derselben Stelle blieb. Es war schwer, die Quantität Quecksilber genau darnach einzurichten.

Eine viel genauere Compensation der Wärme und Kälte bewirkte Graham in der Folge dadurch, daß er mehrere Stangen von verschiedenen Metallen, z. B. von Messing und Eisen, so mit einander verband, daß da-

durch folgender Effekt zum Vorschein kam. Während die, oben an eigne Querstäbe befestigten, eisernen Stangen, durch Wärme herunterwärts verlängert, den Mittelpunkt des Schwunges tiefer herabsenkten, mußten die, unten an einen eigenen Querstab befestigten, messingenen von proportionirter Länge, nach ihrer Ausdehnungsfähigkeit (weil Messing sich mehr ausdehnt als Eisen) denselben Punkt durch ihre hinaufwärts gehende Verlängerung wieder um eben so viel emporheben, wenn die Compensation erfolgen und der Gang der Uhr immer einerlei bleiben sollte. Ein solches Pendel, aus mehreren Stäben bestehend, wird Rostpendel genannt; und noch immer sind die Rostpendel die beliebtesten Compensationspendel für die astronomischen Uhren.

Graham hatte zu seinem Rostpendel fünf eiserne und vier messingene Stangen genommen. Aber so viele Stangen sind unbequem und erzeugen beim Hin- und Herschwingen ei-

nen ziemlich starken Luft-Widerstand. Daher verfertigte man sie in der Folge meistens aus weniger Stäben. So geben z. B. drei stählerne Stangen und zwei Stangen aus einer Composition von Zink und Silber ein sehr gutes Compensationspendel.

In den neuesten Zeiten hat man den Rost an Rostpendeln oft auch nur klein gemacht und blos die mittlere Stange, welche die Linse trägt, lang gelassen. Uhren mit solchen Pendeln sind bequemer und zu den meisten astronomischen Beobachtungen schon genau genug. An einer solchen, von dem Engländer Shelton verfertigten Uhr mit kleinem Roste, welche sich auf der Göttinger Sternwarte befindet, fand man den Gang im Januar täglich nur um $2\frac{1}{10}$ Sekunden schneller, als im August.

Neunzehntes Kapitel.

Erfordernisse an astronomischen Uhren überhaupt.

Die astronomische Uhr dient überhaupt, um die Zeit genau anzugeben, wo sich eine gewisse Erscheinung an den Himmelskörpern ereignet, sowie die Zeit, welche von einer Erscheinung bis zur andern verstreicht, z. B. die Zeit, wo dieser oder jener Stern culminirt, d. h. durch den Meridian geht; die Zeit, welche vom Anfange einer Finsterniß bis zum Ende derselben verfließt, u. dgl. m. Daher sind astronomische Uhren solche Uhren, welche möglichst akkurat gehen, und wovon alles das entfernt ist, was irgend eine Unordnung im Gange derselben hervorbringen könnte.

Am schicklichsten zu der astronomischen

Uhr ist daher ein bloßes, nach den vollkommensten Grundsätzen verfertigtes Gehwerk*), welches Stunden, Minuten und Sekunden zeigt und nur alle 2 bis 4 Wochen aufgezogen zu werden braucht, um den genauen Gang so wenig wie möglich zu stören. Vorzüglich beruht die Genauigkeit auf die Sekundenschläge, weil der Astronom seine Zeit in solchen kleinen Theilchen (auch wohl noch in kleinern) angeben muß. Oft läßt man die Sekundenschläge sogar durch ein eignes Schlagwerk andeuten, wo ein Hammer in jeder verflossenen Sekunde an eine Glocke schlägt, um beim Beobachten nicht genöthigt zu seyn, die Sekundenschläge von einem andern zählen zu lassen.

*) Ein Gehwerk ist ein solches Uhrwerk, welches blos Zeiger herumführt, während ein Schlagwerk die Stunden, Viertelstunden u. dgl. schlägt, ein Repetirwerk sie zu jeder beliebigen Zeit wiederholt.

Das Pendel der astronomischen Uhr ist immer ein Compensationspendel (wie es im vorigen Kapitel beschrieben wurde), damit veränderliche Wärme und Kälte nicht auf den Gang der Uhr wirke. Das Räderwerk der Uhr überhaupt muß so vollkommen, wie möglich eingerichtet seyn, die Zähne müssen die genaueste Abrundung erhalten haben und die Zapfen eine so geringe Reibung in ihren Löchern erleiden, als es nur immer möglich ist. Besonders bringt auch das Oehl, womit man die Zapfen zu schmieren pflegt, eine Veränderlichkeit im Gange der Uhr hervor, wenn es vertrocknet, oder in der Kälte steif und zähe wird. Daher trifft man bei den astronomischen Uhren gewöhnlich die Veranstaltung, daß man gar kein Oehl gebraucht. Man läßt nämlich die Zapfen auf einem harten Steine, z. B. auf einem Granat, laufen, und auch die schiefen Flächen des englischen Hakens, welche die Zähne des Steigrades berühren, sind gewöhnlich von Granat oder Agatstein.

Die Hemmung der gewöhnlichen großen Uhren (der Gewichtuhren) ist die zurückfallende. Bei dieser ist der Zahn des Steigrades genöthigt, immer der Richtung der bewegenden Kraft zu folgen. Es muß jeder Zahn des Steigrades immer wieder zurückgehen, ehe er dem Pendel (und bei den gewöhnlichen Taschenuhren auch der Unruhe) von neuem eine Bewegung mittheilen kann. Wegen des dadurch erzeugten Verlustes an Kraft und wegen der ziemlich starken Reibung, welche diese Reibung erzeugt, ist diese Hemmungsart da noch mangelhaft, wo von der Uhr eine große Genauigkeit erfordert wird, also hauptsächlich bei der astronomischen Uhr. Daher ist die ruhende Hemmung oder die freie Hemmung für astronomische Uhren und für andere genaue Zeitmesser viel vortheilhafter.

Bei der ruhenden Hemmung bleibt der Zahn des Hemmungsrades so lange unverrückt stehen, als das Pendel seinen Bogen beschreibt; während dieser Zeit wirkt das Rä-

derwerk gar nicht auf das Pendel. Bei der freien Hemmung läßt man das Bestreben des Rades, sich herumzubewegen, nicht von dem Regulator (dem Pendel oder der Unruhe) selbst aufhalten, sondern von einem besondern Einfalle, welchen der Regulator auslößt. Dadurch wird die Reibung, wie der Regulator sie von dem Ausheben des Einfalls leidet, bis auf den kleinsten Theil vermindert, so daß die Hemmung wenig oder gar kein Oehl nöthig hat, die übrig bleibende Reibung immer gleichförmig wirkt und also die Uhr den möglich leichtesten Gang bekommt. Der Regulator (z. B. das Pendel) setzt hier seine Schwingungen fort, während der Einfall das Rad aufhält. — Der Engländer Mudge hat diese schöne Hemmung erfunden. Die ruhende erfand Graham, die zurückfallende Clement, beide gleichfalls Engländer.

Es giebt astronomische Uhren mit vier Zeigern, die auf vier Kreisen des Zifferblatts Stunden, Minuten, Sekunden und Zehntheile

von Sekunden angeben. Diese sind besonders brauchbar und bequem. Durch Niederdrückung gewisser Stifte kann man ein Paar Zeiger nach dem andern plötzlich still stehend machen, während die übrigen fortgehen.

Weit schwerer war es immer, tragbare Uhren so einzurichten, daß auch sie bei astronomischen Beobachtungen gebraucht werden konnten, weil alle physische Einflüsse, welche den Gang der Uhr verändern, hier nicht so leicht wegzuschaffen sind. Und doch hat der menschliche Verstand auch diese großen Schwierigkeiten so aus dem Wege geräumt, daß solche tragbare Uhren selbst zu den allergenauesten Bestimmungen, nämlich die geographische Länge auf der See zu finden (Th. I. S. 140 f.), gebraucht werden können.

Zwanzigstes Kapitel.

Höhenmessungen der Sonne und Culminationen der Fixsterne zur Zeitbestimmung.

Die Höhenmessungen der Sonne bei heiterm Himmel mittelst eines Sextanten haben bedeutende Vorzüge vor dem Gebrauch der Sonnenuhren, wenn man die Zeit richtig angeben und darnach etwa die Räderuhren stellen will.

Der Sextant, oder der sechste Theil eines ganzen 360 Grad enthaltenden Kreises, ist deswegen zum Höhenmessen der Sonne sehr brauchbar und bequem, weil bei uns, unter dem 48sten bis 53sten Grad der Polhöhe oder der geographischen Breite, die Sonne nie über 60 Grad steigt, d. h. der Bogen, von der Sonne nach dem Horizonte vertikal herabge-

zogen, nie über 60 Grad beträgt; und 60 Grade enthält ja der abgetheilte Sextant von den 360 Graden des ganzen Kreises.

Zu dieser Messung gehören besondere Tabellen über die Sonnenhöhen, wie sie F. C. Müller, Prediger zu Schwelm in der Grafschaft Mark (in Westphalen) für ganz Deutschland, d. h. nach den Polhöhen aller Oerter Deutschlands, berechnet hat. Sie sind sorgfältig abgedruckt worden, und gehen vom 47sten bis zum 54sten Grad der Polhöhe. Man kann sie aber auch einzeln für die Polhöhe gewisser Oerter erhalten, um daselbst die Zeit in Erfahrung zu bringen.

Am besten unter den Sextanten sind die messingenen mit eingravirten Abtheilungen. Aber auch die aus hartem Holz verfertigten, mit einem genau abgetheilten Gradbogen versehenen und lakirten, thun hinreichende Dienste und sind ungleich wohlfeiler. Sie müssen auf einem kleinen Gestelle oder Stative so an-

gebracht seyn, daß sie nach allen Seiten und Höhen gerichtet werden können.

Von dem Mittelpunkte des Sextanten hängt an einem seidenen Faden ein kleines Metallkügelchen als Loth herab. Dieses Loth spielt unter dem eingetheilten Bogen so, daß der straffe Faden bei dem Ruhigwerden des Loths den Grad der Sonnenhöhe abschneidet, wenn der Sextant nach der Sonne gerichtet ist, deren Strahlen durch ein kleines Löchelchen auf einen gewissen gegenüber liegenden Punkt fallen müssen, um darauf das kleine Sonnenbild darzustellen. Der Faden des Loths schneidet dann den Grad (auch den halben Grad und viertels Grad) der Sonnenhöhe ab. Sucht man nun in den Tabellen diesen Grad auf, so steht die Zeit, welche dieser Sonnenhöhe zugehört (Vormittags oder Nachmittags) darneben.

Die Zeit nach dem Durchgange verschiedener Fixsterne durch den Meridian oder durch irgend einen an-

dern Punkt am Himmel zu bestimmen, um darnach etwa Räderuhren zu reguliren, ist ebenfalls ein Verfahren, dem es nicht an Genauigkeit fehlt, wenn die Beobachtung gehörig vorgenommen wird.

Wir wissen, daß die Umdrehung der Erde in Rücksicht der Fixsterne stets gleichförmig ist und innerhalb 23 Stunden 56 Minuten 4 Sekunden mittlerer Zeit geschieht, d. h. um 3 Minuten 56 Sekunden weniger, als die tägliche mittlere Umwälzung der Erde in Rücksicht der Sonne. Daher ist auch ein Tag mittlerer Zeit um 3 Minuten 56 Sekunden länger, als ein Sterntag.

Gesetzt, man beobachtete einmal an einem gewissen Abend einen Stern, welcher durch den Meridian oder durch einen andern Punkt am Himmel geht, und merkte in demselben Augenblicke nach einer akkuraten Uhr die Zeit an. Gesetzt z. B., es wäre gerade 11 Uhr. Alsdann muß am nächstfolgenden Tage, wenn der Stern wieder durch den Meridian oder

durch einen und denselben Punkt am Himmel, wie am vorhergehenden Tage streicht, die Uhr um 3 Minuten 56 Sekunden später gehen, oder erst 10 Uhr 56 Minuten 4 Sekunden zeigen. Steht die Uhr etwa schon weiter, so ist dies ein Beweiß, daß sie nicht akkurat geht.

Wenn man mehrere Tage verstreichen ließe, ohne den Stern zu beobachten, so müßte man bei einer nächstfolgenden Observation, um in demselben Augenblicke die richtige Zeit anzugeben, so viele 3 Minuten, 56 Sekunden addiren, als Tage verflossen sind; und dann würde man die Anzahl von Minuten und Sekunden bekommen, um welche die Uhr, in Rücksicht des Sterns, später gehen müßte.

Wollen die Astronomen einen Stern beobachten, der durch einen gewissen Punkt am Himmel geht, so bedienen sie sich dazu der Fernröhre mit sogenannten Mikrometern. In einem solchen Fernrohre befinden sich z. B. äusserst feine Fäden, wie Spinnenfäden, die feinsten Silberfäden u. dgl., welche straff durch

die

die Axe oder Mitte gezogen sind. Es sind auch wohl die allerfeinsten Linien in das Glas selbst eingeschnitten. Eine solche Linie, wie der ehemalige berühmte Augsburgische Mechanikus Brander sie in das Glas brachte, ist nur $\frac{1}{200}$ einer Linie oder $\frac{1}{2400}$ eines Zolles breit. Am bequemsten zu den obigen Beobachtungen sind die Kreuzmikrometer, wo jene Fäden oder Linien sich in der Axe des Fernrohrs rechtwinklicht durchkreuzen.

Das Fernrohr mit einem solchen Mikrometer muß so eingerichtet seyn, daß es sich in der Mittagsfläche, d. h. in einer durch die Mittagslinie gehenden vertikalen Fläche, auf und nieder bewegen läßt; und gewöhnlich ist es auch mit einem Quadranten (dem vierten, also 90 Grade enthaltenden Theile eines ganzen Kreises) verbunden, der nicht selten sehr groß und oft ein Mauerquadrant ist. Ein solcher Quadrant ist an eine Mauer auf das unverrückbarste so befestigt, daß er genau in der Mittagsfläche liegt.

Wer kein Fernrohr mit Mikrometer besitzt,

und gerade nicht die größte Schärfe verlangt, der kann die Beobachtung auch auf folgende Art verrichten.

Man nimmt eine Röhre von Holz oder von Pappe, deren Oeffnung an einem Ende klein, am andern größer ist. In der größern Oeffnung befestigt man zwei feine Bindfäden und zwar kreuzweise über einander, so daß sie sich in der Axe oder in der Mitte der Oeffnung unter rechten Winkeln durchschneiden. So befestigt man die Röhre an einem sichern Orte, wo man einen Himmelsstrich nach Süden übersehen kann. Man hält das Auge vor die kleinere Oeffnung und betrachtet dadurch einen Fixstern so lange, bis er den Durchschnittspunkt des Kreuzes bestreicht. — Im Uebrigen verfährt man auf die schon beschriebene Weise.

Wenn man eine Uhr nach Gegenständen reguliren kann, welche eine regelmäßige Bewegung haben, so sieht man überhaupt auch bald, ob die Uhr einen stetigen, oder einen veränderlichen Gang hat.

Ein und zwanzigstes Kapitel.

Die Planetenmaschinen und andere künstliche astronomische Uhrwerke.

Planetenmaschinen und überhaupt solche astronomische Uhrwerke, welche den Lauf der Sonne, des Mondes und der Planeten, sowie die täglichen, monatlichen und jährlichen Veränderungen der Himmelskörper, unter andern die Sonnen- und Mondfinsternisse, anzeigen, gab es schon in ältern Zeiten. Schon der alte griechische Mathematiker Archimedes hatte eine solche Maschine verfertigt, die aber wahrscheinlich blos durch Drehen einer Kurbel in Bewegung gesetzt wurde. Eine ähnliche Bewandniß hatte es vermuthlich auch mit den künstlichen Sphären des

Posidonius im ersten und des Chromatius im dritten christlichen Jahrhundert.

Aber besonders erst seit dem fünfzehnten Jahrhundert kamen vollkommnere Maschinen dieser Art an's Licht, die oft auch durch Gewichte und durch elastische Stahlfedern bewegt wurden. Von dieser Art ist die berühmte Uhr im Münster zu Straßburg, welche um's Jahr 1574, nach der Idee des geschickten Mathematikers Conrad Dasypodius, von den drei Habrechts (Isaak, Abraham und Josias) verfertigt wurde, seit mehreren Jahren aber leider in große Unordnung gekommen ist.

Das ganze Werk besteht aus drei von einander abgesonderten Abtheilungen. In der ersten Abtheilung ganz unten ruht ein 3 Fuß im Durchmesser haltender Globus auf dem Rücken eines Pelikans. An diesem Globus vollenden, mittelst eines künstlichen Uhrwerks, Sonne, Mond und Sterne ihre Umläufe eben so, wie sie das wirkliche Himmelsgewölbe

uns darstellt. Dem Globus gegenüber sieht man drei Räder, wovon das größte einen Kalender enthält. Apollo und Diana stehen auf beiden Seiten des letztern und rücken die Tage und Nächte fort. Das große Rad kommt daher genau alle Jahre einmal herum. Das mittlere Rad zeigt die beweglichen Feste, die Schaltjahre und andere Theile des Kalenders (z. B. die güldene Zahl, die Sonntagsbuchstaben ꝛc.), wovon in der Folge noch die Rede seyn wird. Das dritte und kleinste Rad ist unbeweglich. Es enthält blos einige Vorstellungen, die mit keiner Maschinerie in Verbindung stehen, z. B. die Charte von Deutschland, den Plan der Stadt Straßburg u. s. w.

Etwas höher hinauf erblickt man in derselben Abtheilung die damaligen sieben Planeten (Sonne und Mond mit dazu gerechnet). Sie sind in Figuren, jede in einem Wagen sitzend, vorgestellt, der von geweihten Thieren gezogen wird. Eine um die andere erscheinen die Figuren, jede an demjenigen Tage, der

nach ihr benannt wird; nämlich Apollo (die Sonne vorstellend) am Sonntage, Luna (den Mond vorstellend) am Montage, Mars am Dienstage, Merkur am Mittwochen, Jupiter am Donnerstage, Venus am Freitage und Saturn am Sonnabend *).

Gleich über dieser Maschinerie erblickt man eine Scheibe, welche die Viertelstunden und Minuten angiebt. Auf jeder Seite steht ein Engel, wovon der eine bei jedem Stundenschlage seinen Scepter, den er in der Hand hält, aufhebt, während der andere eine Sanduhr umdreht.

In der zweiten Abtheilung des Werks befindet sich ein großes Astrolabium, auf welchem verschiedene Zeiger herumgehen **).

---

*) Warum die Wochentage ihre Namen von diesen Himmelskörpern erhalten haben, wird in der Folge auch noch erläutert werden.

**) Astrolabium ist ursprünglich ein Instrument zum Winkelmessen, welches in der Astronomie zum Höhenmessen der Sterne (Bestimmungen der

Der größte giebt die Stunden an; die übrigen aber zeigen die Bewegung der Planeten im Thierkreise. Im Mittelpunkte befindet sich ein Erdglobus. Unter dem Astrolabio ist ein kleiner Quadrant angebracht, welcher den Lauf und die Zeit des Mondes angiebt, dessen Lichtabwechselungen oder Phasen ebenfalls sehr deutlich gezeigt werden.

In der dritten Abtheilung befinden sich die Glocken, welche von beweglichen menschlichen Figuren geschlagen werden. Diese Figuren, sammt einem zu jeder Stunde brüllenden Löwen, krähenden Hahn ꝛc. machen sehr künstliche Gegenstände der Mechanik aus, die aber im engern Sinne nicht weiter hierher gehören.

Aehnliche astronomische Uhrwerke wurden, theils früher, theils später, noch in mehre-

---

Höhen in Graden) angewandt, später aber auch beim Feldmessen gebraucht wurde. Es ist entweder ein ganzer Kreis mit 360 oder ein halber Kreis mit 180 Graden.

ren andern Städten angelegt, z. B. zu Lyon, Versailles, Lübeck, Ollmütz, Prag u. s. w.

So zeigt z. B. die Uhr auf dem Altstädter Rathhause zu Prag alle größere Festtage des Kalenders, die Schaltjahre, die böhmischen und deutschen Stunden (welche nicht auf einmal, sondern jede für sich durch Schläge an die Glocke angedeutet werden), den Lauf der Sonne und des Mondes, welche an jedem Tage zu derselben Zeit auf- und untergehen, wie am wirklichen Himmel, den Mondswechsel, die Sonnen- und Mondfinsternisse, den Lauf der Planeten, und überhaupt das ganze Bild des mit Weltkörpern gezierten Himmels. Auch Tag und Nacht, Morgen- und Abenddämmerung sieht man an demselben Werke natürlich dargestellt. Endlich erblickt man daran noch zwölf Sinnbilder für die 12 Monate des Jahrs, welche sich auf die Verrichtungen und Arbeiten beziehen, die vorzüglich der Landmann in Böhmen jeden Monat zu treiben pflegt.

Dieselben Begebenheiten, namentlich den Lauf und jedesmaligen Stand der Himmelskörper, stellt auch ein astronomisches Uhrwerk auf der Prager Sternwarte dar. Ein besonderer Weiser zeigt auch immer auf das Land, wo es eben Mittag ist, und zwar zu jeder Zeit oder Stunde, welche man gerade in Prag zählt. Wenn z. B. der Zeiger früh Morgens auf 5 Uhr weißt, so sieht man China bei dieser Stunde, wo es also um diese Zeit Mittag ist. Deshalb sind auch in einem Kreise auf dem Zifferblatte mehrere Länder angegeben.

An einer sogenannten geographischen Uhr auf der Prager Sternwarte sieht man alle Veränderungen, welche durch die Bewegung der Erde um ihre Axe und um die Sonne auf allen Theilen unseres Planeten vorgehen, z. B. die Länge jedes Tages und jeder Nacht in allen Zonen der Erde, die Dämmerung u. dgl.

Der Schreinermeister Jakob zu Bunzlau in Schlesien hat vor mehreren Jahren

ein treffliches astronomisches Uhrwerk verfertigt, das ausnehmend genau und vollständig ist.

Ein immerwährender, bis zum Jahr 1883 ganz brauchbarer Kalender zeigt die Wochen und Tage des Jahres, die Sonntagsbuchstaben, die Namen aller Tage des Jahres, die Zeit des Auf- und Unterganges der Sonne nach Stunden und Minuten, die güldene Zahl, die Schaltjahre u. dgl. Unter einer Glasscheibe befinden sich die auf hundert Jahre voraus berechneten Sonnen- und Mondfinsternisse in verschiedenen Kreisen und Abtheilungen. Der erste Kreis giebt die Gestalt der Sonnenfinsternisse nach Zollen und Minuten an; der zweite enthält das Jahr, den Monat und Tag, worin die Sonnenfinsternisse fallen; der dritte aber zeigt das Mittel und Ende derselben nach Stunden und Minuten. In dem vierten Kreise sind auf eben die Art die Mondfinsternisse angegeben. Im fünften endlich sieht man das Kopernikanische Weltsystem dargestellt, wo die Planeten nach dem richtigsten

Maaßstabe sich eben so um die Sonne bewegen, wie in der Natur am wirklichen Himmel. Auf einer besondern Erdkugel wird von der Sonne der Mittag eines jeden Landes der Erde angegeben.

In einer andern Abtheilung der Uhr befindet sich ein in 2 mal 12 Stunden (Tag- und Nachtstunden) eingetheiltes Zifferblatt, ein Planisphärium, ein Thierkreis und das Bild der Sonne, von den Planeten begleitet. Auch den Mond erblickt man als eine Kugel; von einem Monat zum andern sieht man immer deutlich dessen Ab- und Zunehmen. An einer besondern ovalrunden Scheibe nimmt man auch noch die Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne und eines jeden Planeten zu allen Jahrszeiten wahr. — Zu gleicher Zeit enthält das Werk auch noch ein mechanisches Marionettenspiel.

Der Weber Hüttig in derselben Stadt und ein eben so großes mechanisches Genie, als Jakob, verfertigte fast zu gleicher Zeit

ähnliche astronomische Uhrwerke, welche große Bewunderung erregten. So brachte er z. B. von Draht eine Himmelskugel zu Stande, die, mit den Fixsternen von der ersten bis sechsten Größe besetzt, vermöge des darin befindlichen Uhrwerks, alle 24 Stunden um ihre Axe sich drehte. Im Mittelpunkte der Himmelskugel stand die Sonne in Gestalt einer großen vergoldeten Kugel, und um dieselbe herum giengen die Planeten mit ihren Monden nach den wahren Entfernungen und Umlaufszeiten. Auch eine große Anzahl Kometen bewegten sich um dies Planetensystem herum.

Auch ein künstliches Planisphärium verfertigte Hüttig, woran die Bewegung der Planeten mit ihren Trabanten zu sehen war. Hier konnte man auch die Sonnen- und Mondfinsternisse genau wahrnehmen. Besonders schön nahm sich die Erscheinung der Venus als Morgen- und Abendstern aus. Außerdem bemerkte man daran noch die Bewegung von

sieben berechneten Kometen, sowie das Fortrücken der Fixsterne, die (nach Halley's Berechnung) innerhalb 29,000 Jahren einmal herumkommen mußten.

Zuletzt will ich noch der berühmten Homannschen Uhr gedenken, welche gleichfalls die interessantesten astronomischen Erscheinungen darstellt.

So sind an diesem Werke nicht nur mittelst des in 24 Stunden um die frei schwebende Erdkugel herum gehenden Sonnenzeigers alle Stunden zu sehen, wie sie in einem und demselben Augenblicke auf allen Theilen der Erde (in Europa, Asia, Afrika, Amerika rc.) gewiesen werden, sondern auch der natürliche Tag und die natürliche Nacht in allen Ländern, sowie der Auf- und Untergang der Sonne und die daraus folgende Länge des Tages und der Nacht für jedes Klima. Sogar wird daran ganz deutlich und der Natur möglichst getreu, die Dauer des halbjährigen Tages und

der halbjährigen Nacht der äussersten Polarländer gewiesen.

Dieselbe Uhr stellt auch das Weltsystem so vor, daß die Erde unbeweglich in der Mitte steht und die Planeten, nebst der Sonne, um dieselbe herumlaufen, nicht, als wenn der Künstler die Ordnung des Kopernikus hätte verwerfen wollen, sondern blos um dem Auge den Anblick der Bewegungen der Himmelskörper so darzustellen, wie wir ihn (vermöge ihrer scheinbaren Umdrehungen) täglich am Himmelsgewölbe haben. So sieht man unter andern an dieser Uhr, daß, wenn es bei uns 12 Uhr Mittag ist, unsere Gegenfüßler 12 Uhr Mitternacht zählen. Man sieht daran, wie viele Uhr dann unsere Nebenwohner, Gegenwohner und überhaupt alle übrige Erdbewohner haben; und so können da wir unsere Zeit immer recht gut mit der Zeit anderer Erdbewohner vergleichen.

Durch einige halb beschattete Gläser werden Tag und Nacht recht natürlich angedeu-

tet, mit ab- und zunehmendem Lichte und Schatten, wodurch die nördliche Hemisphäre, nach Erforderniß bald mehr, bald weniger als die Hälfte bedeckt, einen interessanten Anblick darbietet. Auf dem verfinsterten Theile kann man aber doch noch immer die bedeckte Schrift lesen.

Der Schatten jener Gläser bedeckt demnach alle diejenigen bemerkten Oerter des Erdbodens, wo es wirklich Nacht zu werden anfängt, und zieht sich im Gegentheil von denjenigen Oertern hinweg, wo der Tag anzubrechen beginnt. Wenn es z. B. zu Nürnberg 4 Uhr Morgens ist, so zählt man, wie man an diesem Uhrwerke sieht, zu Cairo in Aegypten 5½ Uhr, zu Candia 5 Uhr, zu Amsterdam 3½ Uhr, zu Edinburg 3 Uhr, in Grönland 12 Uhr, zu Peking in China 11 Uhr, zu Siam 10 Uhr, zu Jerusalem und Moskau 6 Uhr, zu Constantinopel 5 Uhr u. s. w. — So kann man also an dieser Uhr auf eine sehr be-

queme Weise die Länge des Tages und der Nacht eines jeden Orts auf der Erde erfahren.

Zu den künstlichen astronomischen Uhren kann man auch die Aequationsuhren rechnen, welche die wahre und mittlere Zeit möglichst genau angeben (Kap. 20.), so daß man daraus auch leicht die Aequation oder den Unterschied jener beiden Zeiten bekommen kann. Es gehen nämlich, außer dem Stundenzeiger, noch zwei Weiser auf dem Zifferblatte herum, wovon der eine die wahre Zeit, der andere die mittlere angiebt.

Der wesentlichste Mechanismus dieser Uhren besteht aus einer Art elliptischen Scheibe, welche durch gewisse Einschnitte nach der Aequation gebildet ist und innerhalb einem Jahre einen Umfang vollendet. Diese Scheibe wird mit dem für die wahre Zeit bestimmten Minutenzeiger in Verbindung gesetzt und die Räder der Uhr sind so eingerichtet, daß ein Rad in einem Jahre einen Umgang macht und die Scheibe in dieser Zeit mit herum nimmt. Auch

die

die Tage des Monats richtig anzugeben, dienen verschiedene, mit einem Rade verbundene Stifte, welche das Monats-Zifferblatt am Ende jedes Monats weiter schieben.

So können nun auf jeden Fall alle diese astronomischen Kunstwerke den Liebhabern der Sternkunde anschauliche und interessante Erläuterungen über die merkwürdigsten Himmels-Phänomene geben, wenn sie auch dem eigentlichen Astronomen entbehrlich sind. Für diesen sind die wahren, zur Zeitmessung bestimmten Uhren (Kap. 20.), sowie die Winkelmesser und die Fernröhre, die allerwichtigsten Werkzeuge.

Zwei und zwanzigstes Kapitel.

Die Winkelmesser der Astronomen insbesondere.

Wir wissen es längst, daß jeder Kreis, sowie jede Peripherie eines Kreises, in 360 gleiche Theile oder Grade eingetheilt wird. Schneiden sich zwei Durchmesser AE, BF eines Kreises, Fig. 1. Taf. IV., unter gleichen Winkeln im Mittelpunkte C, so ist jeder der vier gleichen Winkel (BCA, BCE, FCE und ACF) ein rechter Winkel, oder 90 Grade groß. Der Kreis selbst wird dadurch in vier Quadranten getheilt; folglich mißt der Winkel oder auch der Bogen (AB, BE, FE, AF) jedes Quadranten 90 Grade.

Der Astronom gebraucht zu seinen Messungen sehr oft einen Quadranten, wie ACB,

dessen Bogen in 90 Grade eingetheilt ist. Selten wendet er einen halben Kreis ABE an, der auf seiner Peripherie 180 Grade enthält (wie das gewöhnliche Astrolabium der Feldmesser).

Der Quadrant kann freilich von Holz gemacht seyn; aber der Dauerhaftigkeit und des bessern genauern Eintheilens wegen wird er doch fast immer von Messing verfertigt. Er hat die Gestalt wie Fig. 2. Um ihn genau in die Vertikalfläche, den Halbmesser BC in die lothrechte und AC in die horizontale Linie bringen zu können, so hängt von B ein Faden mit einem kleinen Gewichte, ein sogenanntes Loth herab. In dem Mittelpunkte C ist ein Fernrohr, gewöhnlich mit einem Mikrometer (Kap. 20.), beweglich, dessen Axe genau mit den Halbmessern des Quadranten zusammenfällt. Stände nun z. B. bei f ein Stern, dessen Höhe über dem Horizonte mit dem Quadranten gemessen werden sollte, und man richtete das um C bewegliche Fern-

rohr so nach ihm hin, daß er genau in die Axe des Fernrohrs zu stehen käme, so würde das Fernrohr auf dem Quadranten einen Bogen A D abschneiden, welcher die Höhe des Sterns über dem Horizonte in Graden angiebt.

Wäre eben so f Fig. 1. Taf. IV. ein Himmelskörper über dem Horizonte C A, und befände sich ein Auge in C, so machte die Linie f C mit der Horizontallinie A C im Auge bei C einen Winkel, den man wieder mit dem Quadranten messen kann, wenn man diesen so in C bringt, daß sein Mittelpunkt genau in C, sein horizontaler Halbmesser C a in die horizontale Linie, folglich sein vertikaler in die lothrechte Linie C e fällt. Bringt man nun wieder das Fernrohr in die Richtung C f, so schneidet es bei d abermals den Winkel d C a oder den Bogen d a ab, welcher die Höhe des Himmelskörpers f über dem Horizonte in Graden bestimmt.

Jeder wird leicht einsehen, daß der Quadrant sehr akkurat verfertigt, und besonders

genau abgetheilt seyn muß. Je größer der Halbmesser des Quadranten (oder der Durchmesser desjenigen Kreises, wovon er den vierten Theil ausmacht) ist, eine desto größere Länge hat auch der ihm zugehörige in 90 Grade getheilter Bogen, folglich desto größer ist auch die Länge, die ein einziger Grad einnimmt. Ein längerer Grad läßt sich viel leichter, entweder durch bloße Schätzung oder auch durch wirkliche Theilung, in kleinere Theile theilen, z. B. in einzelne Minuten, bei sehr feinen Theilstrichen auch wohl in noch kleinere Theile, wenn der Bogen des Quadranten mehrere Fuße lang ist. Deswegen hat man auf Sternwarten gewöhnlich sehr große Quadranten, z. B. große Mauerquadranten, welche mit einer festen Mauer auf das genaueste verbunden sind.

Da aber so große Quadranten kostspielig und wegen der großen Masse Messing, woraus sie bestehen, schwer zu transportiren und aufzustellen sind, da ferner zu vielen Beobachtun-

gen der sechste, ja der achte Theil eines ganzen Kreises hinreicht, so gebraucht man jetzt sehr häufig auch Sextanten und Octanten auf den Sternwarten. Mancherlei sinnreiche Vorrichtungen an dem abgetheilten Bogen des Instruments, wie Nonius, Vernier und Mikrometerschraube, dienen zur Theilung eines Grades in kleinere Theile, ohne daß man nöthig hat, dem Instrumente einen sehr großen Halbmesser zu geben.

Peter Nonius, ein deutscher Mathematiker des sechszehnten Jahrhunderts, theilte auf dem Instrumente einen Viertelskreis in 90 gleiche Theile, wie es gewöhnlich geschieht, einen zweiten concentrischen in 89, einen dritten in 88, einen vierten in 87 gleiche Theile ꝛc. Oder er theilte den ersten Viertelskreis in 90, den zweiten in 91 gleiche Theile ꝛc. Alsdann nahm jede Abtheilung von letzterm $1\frac{1}{90}$ Grad ein, zwei Abtheilungen umfaßten $2\frac{2}{90}$ Grade u. s. w. Mittelst einer solchen Einrichtung, die dem Erfinder zu Ehren Nonius genannt

wurde, konnte man Theile von Graden an dem Instrumente abnehmen, oder durch die Visirvorrichtung (z. B. das bewegliche Fernrohr) an dem graduirten Bogen abschneiden.

Ein solcher Nonius war aber doch noch ziemlich unvollkommen; denn leicht verursachten die Theilungen Unsicherheit und Verwirrung, weil gar zu viele concentrische Kreisbögen neben einander lagen. Deswegen erfand mehrere Jahre nachher der Franzose Peter Vernier eine neue weit bequemere Vorrichtung, die nach ihm Vernier genannt wurde. Er brachte nämlich mit dem Instrumente Abtheilungen in Verbindung, die sich mit dem Fernrohre (oder mit einem andern beweglichen Theile) fortschieben ließen und daher die Gesichtslinie beständig begleiteten. Dies wurde auf folgende Art ins Werk gerichtet.

Gesetzt, Fig. 3. Taf. IV. wäre ein Quadrant und a b daran ein in 60 gleiche Theile oder Minuten getheilter Grad. Ein eben so großer beweglicher Bogen c d ist nicht in 60,

sondern in 61 gleiche Theile getheilt, folglich ist jeder dieser kleinen Theile um $\frac{1}{60}$ kleiner, als die Minute in a b. Decken sich daher die Bögen c d und a b genau, so überspringt der erste kleine Theil in a b den ersten kleinen Theil in c d um $\frac{1}{60}$ Minute oder 1 Sekunde, der zweite um $\frac{2}{60}$ Minuten oder 2 Sekunden, der dritte um $\frac{3}{60}$ Minuten oder 3 Sekunden, u. s. w. Da nun der bewegliche Bogen c d mit dem Fernrohre (oder der sonstigen Visirvorrichtung) verbunden ist, welches durch eine mit der Axe des Fernrohrs in gerader Linie befindliche geradlinichte Schärfe die Grade und Minuten an dem Quadranten abschneidet, so kann man die Größe des gemessenen Winkels sehr leicht in Graden, Minuten und Sekunden an dem Instrumente abzählen.

Eine noch größere Genauigkeit geben die Mikrometerschrauben. Mit ihnen kann man überhaupt, wenn sie vollkommen gut eingerichtet sind, sehr kleine Theile messen, oder die feinste Bewegung in sehr kleinen Zahlen angeben.

Gesetzt, b c Fig. 4. Taf. IV. bedeute eine feine messingene oder stählerne Schraube. Sie gehe mit ihrem obern cylindrisch runden Theile ab durch eine in der Weite der Schraubendicke durchbohrte unbewegliche Metall-Platte d d. In dieser werde sie durch einen von der Seite eingesteckten Stift e so festgehalten, daß sie sich wohl frei um ihre Axe drehen, aber nicht weiter hinein- oder herausschieben läßt. Die Schraube b c selbst greife in eine Schraubenmutter, welche in der beweglichen Platte h h angebracht ist.

So ist es leicht einzusehen, daß durch Vor- und Rückwärtsdrehen der Schraube b c die Platte h h sowohl von d d entfernt, als auch zu ihr hingebracht werden kann.

Eine solche Vorrichtung nennt man eine Ziehschraube; und wenn sie dazu dient, sehr kleine Verschiebungen von h h zu messen, so wird sie Mikrometerschraube genannt. Die Länge von b c und die Anzahl der Schraubengänge (oder Schraubenwindungen) in die-

ser Länge muß bekannt seyn. Auch müssen die Schraubengänge selbst die allergrößte Genauigkeit besitzen; keiner darf feiner oder gröber seyn als der andere.

Wir wollen einmal annehmen, es wären 100 Schraubengänge in einem Zoll von b c, oder lieber in b c selbst, enthalten. Alsdann wären 100 Umdrehungen der Schraube nöthig, bis sich h h um b c oder um 1 Zoll von d d entfernt oder zu d d hingeschoben hätte. Eine Schrauben-Umdrehung betrüge daher $\frac{1}{100}$ Zoll.

Zum Zählen der Schrauben-Umdrehungen und der Theile jeder einzelnen Schrauben-Umdrehung dient der Griff f f, woran man das Drehen verrichtet. Er besteht aus einer kreisförmigen Scheibe (einer Art Zifferblatt), deren Umfang eine gewisse Anzahl gleicher Theile, z. B. 100 enthält. Zur Seite ist ein Zeiger, g, unbeweglich befestigt, vor welchem sich die Theile der Scheibe, beim Umdrehen derselben, hinschieben.

Wenn nun eine ganze Umdrehung von ff die Platte hh um $\frac{1}{100}$ Zoll verschiebt, so wird ein hundertster Theil der Umdrehung von ff dieselbe Platte hh um $\frac{1}{100}$ mal $\frac{1}{100}$ oder $\frac{1}{10000}$ Zoll verschieben. Man kann also mit einer vollkommen guten Mikrometerschraube sehr kleine Theile messen, oder die feinste Bewegung in sehr kleinen Zahlen angeben.

Soll die Mikrometerschraube mit einem Quadranten oder einem andern Winkelmesser in Verbindung gebracht werden, so setzt man sie so an das um den Mittelpunkt C, Fig. 2. Taf. IV., bewegliche Fernrohr, daß die Vorrichtung nahe an den abgetheilten Bogen D hinkommt. Richtet man nun die Mikrometerschraube etwa so ein, daß genau 60 Schraubenumdrehungen auf die Länge eines Grades kommen, so machte eine Umdrehung $\frac{1}{60}$ Grad oder eine Minute und $\frac{1}{60}$ Umdrehung (der in 60 gleiche Theile getheilten Scheibe, oder des Zifferblatts ff vor dem Zeiger hin) machte $\frac{1}{3600}$ Grad oder eine Sekunde aus.

Hätte man z. B. mit dem Fernrohre des Quadranten, woran die Mikrometerschraube befindlich ist, nach einem Sterne visirt und die Axe des Fernrohrs oder die in einer scharfen Kante dargestellte Verlängerung dieser Axe schnitte zwischen dem 36sten und 37sten Grade des Quadranten ein; so brauchte man nur die Mikrometerschraube so lange zu drehen, bis jene Linie genau auf den Theilstrich des 36sten Grades zurückgekommen ist. Wären etwa 26 Umdrehungen der Schraube oder der Scheibe ff darauf hingegangen, und hätte man außerdem die Scheibe noch um 40 ihrer Theile vor dem Zeiger g herum bewegen müssen, so wüßte man, daß (da 26 Umdrehungen der Schraube 26 Minuten und jene 40 Theile der Scheibe selbst noch 40 Sekunden bedeuten) die Größe des gemessenen Winkels 36 Grad, 26 Minuten und 40 Sekunden betrug.

Englische Künstler, wie Ramsden, Bird, Troughton, und deutsche Künstler, wie Brander, Tiedemann und

Reichenbach, besonders der letztere, haben die Winkelmesser zu einer Genauigkeit und überhaupt zu einer Vollkommenheit gebracht, welche unsere höchste Bewunderung verdient.

Drei und zwanzigstes Kapitel.

Die astronomischen Sehröhre.

Vor Erfindung der Sehröhre oder Fernröhre hatte die Astronomie allerdings schon Fortschritte gemacht, welche große Achtung verdienten; aber diese Fortschritte waren doch nicht zu vergleichen mit den Bereicherungen, welche die Sternkunde nach Erfindung der Fernröhre erhielt. Wie war dies auch wohl anders möglich, wenn man bedenkt, daß durch die Fernröhre alle Himmelskörper mehrere hundertmal, ja mehrere tausendmal vergrößert erschienen! oder daß die Fernröhre sie eben so viele mal unsern Augen gleichsam näher rückten! Da sah man denn nicht blos viele neue Sterne, die man vorher nie bemerkt hatte, sondern auch an den bekannten Himmelskör-

pern viele neue Erscheinungen, welche uns über die Natur der Himmelskörper ganz neue Aufschlüsse gaben.

Man hat Fernröhre blos mit Gläsern, und solche mit Gläsern und Spiegeln zugleich. Jene heißen dioptrische Fernröhre oder Fernröhre schlechthin; diese heißen katoptrische Fernröhre, Reflectoren oder Spiegelteleskope. Bei jenen kommt die Wirkung des Vergrößerns oder Vernäherns blos durch die Brechung, bei diesen durch die Brechung und Zurückwerfung der Lichtstrahlen zugleich hervor*).

Vor der Erfindung der Fernröhre gebrauchte man zum Deutlicher-Sehen Röhren ohne Gläser, wodurch man das von den Seiten herkommende Licht abhielt, um den Gegenstand selbst, worauf man das Rohr ge-

---

*) Dioptrik heißt die Lehre von der Brechung und Katoptrik diejenige von der Zurückwerfung der Lichtstrahlen, woraus die Benennung dioptrische und katoptrische Fernröhre leicht zu erklären ist.

richtet hatte, besser sehen zu können. Das eigentliche Fernrohr mit Gläsern wurde erst in den letzten Jahren des sechszehnten und in den ersten Jahren des siebzehnten Jahrhunderts von Holland aus bekannt. Die zu Brillen bestimmten erhabenen und vertieften Gläser (zu Vergrößerungen und zum Besser-Sehen für kranke Augen) waren im dreizehnten Jahrhundert erfunden worden.

Nach einigen Erzählungen soll ein Holländer durch Zufall bei einem Brillenmacher, dessen Gläser er probirte, einige hohle und erhabene Gläser in verschiedenen Entfernungen hinter einander gehalten und dann damit entlegene Gegenstände betrachtet haben. Höchst überrascht durch das, was er so sah, ließ er die Gläser in Röhren fassen, und nun hatte er auf einmal ein wirkliches Fernrohr. Dieses soll Prinz Moritz von Nassau damals schon im Kriege gebraucht haben.

Viel wahrscheinlicher sind aber diejenigen Erzählungen, welche dem Brillenmacher Za-

cha-

charias Jansen zu Middelburg die Ehre der Erfindung zusprechen. Das erste Fernrohr verfertigte Jansen im Jahre 1590. Die gerichtlichen Aussagen seines Sohnes bestätigten dies. Der Brillenmacher Hans Laprey zu Middelburg ahmte die Erfindung des Jansen nach und verfertigte in den Jahren 1600 bis 1610 mehrere Fernröhre. Sie waren aber doch noch selten und sehr kostbar.

Der berühmte Italiener Galilei hatte im Jahr 1609 von Jansens Entdeckung kaum Nachricht erhalten, als er auch selbst schon zwei Gläser, ein erhabenes und ein hohles, in eine bleierne Röhre setzte und dadurch das jetzt noch sehr beliebte Taschenperspectiv erfand, welches noch immer des Erfinders Namen führt. Der Fürst Cesi, Stifter der römischen Akademie de Lincei zu Rom, nannte es Telescopium.

Erst von Galilei lernte Europa die Kunst, vollkommnere Fernröhre zu verfertigen und sie mit Nutzen auf die Sternkunde anzu-

wenden. Der berühmte Kepler trat in Galilei's Fußstapfen. Von ihm lernte man das eigentliche astronomische Fernrohr kennen, welches aus zwei erhabenen in der Röhre eingeschlossenen Gläsern besteht und die Gegenstände deutlicher und größer, aber verkehrt darstellt. Das Erdrohr oder das Fernrohr mit vier erhabenen Gläsern (sogenannten Sammlungsgläsern), welches die Gegenstände aufrecht in der natürlichen Lage zeigt, machte zuerst ein Pater Rheita, der ein guter Astronom war.

Sollten die Fernröhre sehr stark vergrössern, so mußten sie sehr lang seyn. Wirklich kamen daher in der Mitte des siebzehnten Jahrhunderts Fernröhre von ungeheurer Länge mit Gläsern von sehr großen Brennweiten zum Vorschein *). Die berühmten italienischen

*) Jedes erhabene (convexe) Glas ist zugleich ein Brennglas, d. h. gegen die Sonne gehalten setzt es auf seiner hintern Seite an einem gewissen

Glasschleifer Eustachio de Divinis zu Rom und Campani zu Bologna, sowie die bekannten Niederländer Huyghens und Hartsoeker zeichneten sich am meisten in der Verfertigung solcher großen Gläser aus. Aber so lange Fernröhre waren beim Beobachten sehr unbequem, hauptsächlich damals, wo man die schönen künstlichen Gestelle (Stative) noch nicht hatte. Deswegen schlug Hartsoeker vor, die Röhre ganz wegzulassen und das Objectivglas (das vorderste nach den Objecten oder Gegenständen hingekehrte Glas) in freier Luft, etwa an der Spitze eines Baums, an der Kante einer Mauer u. dgl. zu befestigen. Huyghens verbesserte diese Luftfernröhre dadurch, daß er das Objektivglas in eine kurze Röhre faßte und dann mit einer langen Stange verband. Die Röhre konnte er mittelst eines

---

Punkte, dem Brennpunkte, Körper in Brand. Die Entfernung dieses Punktes von der Fläche des Glases heißt Brennweite. Diese ist desto größer, je größer und flacher das Glas ist.

eignen Gewindes regieren. Aber unbequem und unvollkommen blieben solche Vorrichtungen doch immer.

Durch die Erfindung der Spiegelteleskope erreichte man den Zweck, sehr stark vergrößernde Fernröhre zu erhalten, die keine bedeutende Länge besitzen. Schon der italienische Jesuit Zucchi soll im Jahr 1616 auf den Gedanken gekommen seyn, statt der Objectivgläser bei Fernröhren, metallene Hohlspiegel zu nehmen. Aber der eigentliche Erfinder der Spiegelteleskope ward er doch nicht. Eher konnte man im Jahr 1663 als solchen den Engländer Gregory ansehen, welcher den Vorschlag that, statt der bloßen Spiegel eine Verbindung von Spiegeln und Gläsern zu nehmen. Ein großer parabolischer (nach der Parabel gebildeter) Hohlspiegel sollte die von weit entlegenen Gegenständen herkommenden Strahlen zusammenlenken und sie einem kleinern elliptischen (nach der Ellipse geformten) zuschicken, von welchem sie durch ein Loch

zu der Mitte des großen und durch Gläser nach dem Auge hingebracht würden. Der Franzose Cassegrain setzte in die Axe eines größern Hohlspiegels, der in seiner Mitte eine runde Oeffnung hatte, einen kleinern convexen Spiegel, der das Bild des größern (nach den Gegenständen hin gerichteten) Spiegels auffing und es durch jene Oeffnung des größern dem Augenglase (Okularglase) und dem Auge zuschickte. Indessen fand man in der Folge, daß Gregorys Teleskop besser war, als Cassegrains; deswegen beachtete man letzteres nicht besonders mehr, baute aber bis auf die neuern Zeiten desto mehr Gregorysche, nachdem sie von Hadley noch vervollkommnet worden waren.

Der große Newton machte ums Jahr 1670 ein Teleskop mit einem kugelförmig ausgehöhlten Metallspiegel, welches 30 bis 40 mal vergrößerte und vielen Beifall erhielt. Der sphärische Hohlspiegel vertrat die Stelle des Objectivglases. Er fing die Strahlen des Ge-

genstandes auf, nach welchem er hingerichtet war, und warf sie auf einen in seinem Brennpunkte befindlichen kleinen ebenen Spiegel, der unter einem Winkel von 45 Graden (einem halben rechten Winkel) gegen die Axe des Teleskops geneigt war. Der ebene Spiegel schickte das Bild dem Okularglase zu, das seinen Platz in einer kleinen Seitenröhre hatte. Man mußte daher in dieses Teleskop zur Seite hineinsehen. Aber die Gegenstände darin erschienen dem Auge verkehrt.

Wirklich theilt man jetzt alle dioptrische Fernröhre in folgende ein:

1) das holländische oder Galileische Fernrohr;
2) das astronomische oder Keplersche Fernrohr;
3) das Terrestrische Fernrohr oder Erdrohr.

Von Spiegelteleskopen oder reflectirenden Fernröhren giebt es folgende drei Arten:

1) das Gregorysche Teleskop;
2) das Cassegrainsche Teleskop;
3) das Newtonsche Teleskop, jetzt auch häufig Herschelsches Teleskop genannt, weil Herschel es ausnehmend verbessert hat.

Das Holländische oder Galileische Fernrohr besteht aus einem erhabenen Objectivglase und aus einem hohlen Okularglase. Beide stehen so, daß das Hohlglas innerhalb der Brennweite des Objectivglases befindlich ist und sein (eingebildeter) Brennpunkt mit dem Brennpunkte des Objectivglases zusammentrifft *). Alle Gegenstände zeigt die-

*) Jedes erhabene (convexe) Glas ist ein Sammlungsglas; denn es sammlet die hineinfallenden Lichtstrahlen auf der Hinterseite in dem Brennpunkte. Wenn das erhabene Glas auf beiden Seiten eine Krümmung hat, die ein Theil einer Kugelfläche von einerlei Halbmesser ist, so ist die Brennweite diesem Halbmesser gleich. Das Hohlglas (concave Glas) ist ein Zerstreuungsglas; denn es zerstreut die hineinfallenden Licht-

ses Fernrohr aufrecht; sie scheinen hier dem Auge kleiner als die Gegenstände selbst zu seyn. Auf jeden Fall aber bringt es sie dem Auge näher, präsentirt sie also unter einem größern Sehewinkel, als derjenige ist, den dieselben Gegenstände ohne Gläser am Auge machen, und zwar unter einem so viele mal größern, als die Brennweite des Okularglases in der Brennweite des Objectivglases enthalten ist. Denn diese Brennweiten stehen mit jenen Sehewinkeln im Verhältniß. Man findet also die Vergrößerung oder Vernäherung eines solchen Fernrohrs, wenn man die Brennweite des Objec-

---

strahlen auf der Hinterseite und läßt sie da auseinander fahren. Dies scheint von einem vor dem Glase liegenden Punkte aus zu geschehen, welcher eingebildeter Brennpunkt heißt. Hat das Hohlglas auf beiden Seiten Höhlungen, die einer Kugelfläche von einerlei Halbmesser zugehören, so ist die Entfernung des eingebildeten Brennpunktes von der Fläche des Glases, oder die eingebildete Brennweite, ebenfalls jenem Halbmesser gleich.

tivglases durch die Brennweite des Okular=glases dividirt. Der Quotient giebt jene Ver=größerung.

Da sich bei diesem Fernrohre die Ver=größerung nicht weit treiben läßt, und da das Feld, welches man damit übersieht, gar nicht groß ist, so wendet man es gewöhnlich nur als Taschenperspectiv an. Das Gesichtsfeld kann man indessen dadurch ver=größern, daß man ein größeres Objectivglas nimmt. Doch thut man dies lieber bei andern Fernröhren. Hell und klar zeigt das Galilei=sche Fernrohr die Gegenstände allerdings.

Im Keplerschen Fernrohre mit zwei erhabenen Gläsern ist das Objectivglas von einer langen, das Okularglas von einer kurzen Brennweite. Beide Gläser sind so in die Röhre gesetzt, daß ihre Brennpunkte auf einander fallen, folglich ihre Entfernung der Summe ihrer Brennweiten gleich ist. Daß in diesem Fernrohre die Gegenstände verkehrt dar=gestellt werden, hat zum astronomischen Ge=

brauch gar keinen Nachtheil. Uebrigens erscheinen die Gegenstände darin so vielemal vergrößert, als die Brennweite des Okularglases in der Brennweite des Objectivglases enthalten ist.

Das Erdrohr mit vier erhabenen Gläsern (dem Objectivglase, Okularglase und zwei dazwischen liegenden sogenannten Collectiv- oder Sammlungsgläsern) wird gewöhnlich nur zur Betrachtung irdischer Gegenstände gebraucht, weil in ihm die Objecte aufrecht erscheinen. Hat das Fernrohr drei solche Gläser, wie das Okularglas des Keplerschen Fernrohrs, oder stellt man noch zwei solche Gläser in einerlei Röhre mit dem Okularglase, und zwar so, daß ihre Entfernung von einander der Summe ihrer Brennweiten gleich ist, so hat man eigentlich ein doppeltes astronomisches Fernrohr. Nenne ich das Objectivglas erstes Glas, und die drei übrigen, wie sie auf einander folgen, zweites, drittes und viertes Glas, so wird folgende

Erscheinung begreiflich seyn. Von dem Bilde, welches zwischen dem ersten und zweiten Glase entsteht, kommen mittelst des zweiten Glases die Strahlen so auf das dritte Glas, wie sie auf dasselbe unmittelbar von einem weit entlegenen Gegenstande kommen würden. Wird nun hinter das vierte Glas ein Auge gehalten, so erblickt dasselbe jenes Bild durch das dritte und vierte Glas eben so, wie es einen sehr weit entlegenen Gegenstand durch diese Gläser sehen würde. Es sieht daher das Bild verkehrt, d. h. den Gegenstand selbst, in dessen Hinsicht das Bild verkehrt war, aufgerichtet.

Das Auge nimmt hier übrigens kein größeres Bild wahr, als ohne das dritte und vierte Glas, wenn beide einerlei Brennweite haben. Ihr Zweck ist blos, Gegenstände aufrecht erscheinen zu lassen. Nur wenn man das dritte und vierte Glas von ungleichen Brennweiten nimmt, kann man durch sie noch einige besondere Vergrößerungen erhalten.

Sowohl wegen der verschiedenen Beschaf-

fenheit der Augen, als auch wegen des unterschiedlichen Abstandes der zu betrachtenden Gegenstände, sowie auch wegen des bequemern Transports, setzt man die Gläser in solche Röhren, welche man in einander verschieben kann. So läßt sich das Fernrohr durch mehrere Auszüge oft bedeutend verkürzen und verlängern. Ueberhaupt aber beruht die Vollkommenheit eines Fernrohrs hauptsächlich darauf, daß es stark vergrößert (oder vernähert), daß es die Gegenstände deutlich und hell zeigt, und daß es dem Auge ein möglichst großes Sehefeld darbietet.

Daß es zur starken Vergrößerung eines Fernrohrs, bei einem gewöhnlichen Okularglase, auf ein großes Objectivglas, d. h. auf ein Objectivglas von großer Brennweite, ankommt, wissen wir schon. Bei einerlei Brennweite des Objectivglases ändert sich die Vergrößerung nicht, ob man das Glas breit oder schmal seyn, d. h. ob man es von einerlei Kugelfläche ein großes oder kleines Stück seyn

läßt. Aber je größer das Objectivglas, folglich auch die Objectivöffnung für dasselbe ist, desto mehr fällt Licht in die Röhre, und desto heller wird das Gesichtsfeld. So große Linsengläser sind freilich schwerer gut und rein zu schleifen, als kleinere. Indessen war dieses nicht der Grund, warum man ehedem nicht gern so große Objectivgläser nahm, ja sogar den Rand der Gläser mit schwarzem Papier (mit sogenannten Blendungen) noch so bedeckte, daß nur durch die Mitte des Glases Licht einfallen konnte; die wahre Ursache war vielmehr folgende.

Lichtstrahlen, die durch ein Glas (sowie durch jeden andern transparenten Körper) dringen, dessen ein- und ausfahrende Flächen nicht parallel sind, werden nicht blos gebrochen oder von ihrer Richtung abgelenkt, sondern auch in ihre sieben farbigte Strahlen zerspalten *).

*) Im dritten Theile des physikalischen Jugendfreundes findet man hierüber die nöthige ausführlichere Belehrung.

Dies ist nun auch beim Hindurchfahren der Lichtstrahlen durch die linsenförmigen Gläser der Fernröhre der Fall, weil die Flächen derselben nicht mit einander parallel sind. Nahe an der Mitte der Gläser weichen die Flächen am wenigsten, nahe am Rande aber am meisten vom Parallelismus ab. Dort werden sie daher am wenigsten, hier aber am auffallendsten in die farbigten Strahlen zerspalten.

Das Zerspalten der Lichtstrahlen in die sieben farbigten Strahlen ist die Ursache, daß alle Gegenstände, welche man durch Fernröhre mit solchen Gläsern betrachtet, um sich herum mit farbigten Säumen umgeben sind. Diese Säume machen die Gegenstände sehr undeutlich. Längst suchte man diese große Unvollkommenheit von den Fernröhren hinwegzuschaffen; aber die Mühe, welche man sich zu dieser Absicht gab, war lange vergebens. Anfangs suchte man sich blos dadurch zu helfen, daß man die Ränder der Gläser mit schwarzem Papier bedeckte, um blos die auf

die Mitte der Gläser fallenden Lichtstrahlen zu benutzen. Aber dies Mittel half nicht ganz und machte auch dadurch die Fernröhre wieder unvollkommener, daß nun sehr viel an dem Gesichtsfelde verloren ging. Inwendig strich man die Röhren schwarz an, um dadurch falsche Strahlen, die Undeutlichkeit bewirken konnten, vom Zurückwerfen abzuhalten, weil schwarze Flächen die Lichtstrahlen gleichsam einschlucken.

Der berühmte Naturforscher Euler gab sich um die Mitte des vorigen Jahrhunderts viele Mühe, den Fehler der Lichtzerspaltung in Farben durch eine eigne Verbindung der Gläser mit Wasser abzuhelfen. Aber der Versuch gelang ihm nicht. Erst der Engländer John Dollond war so glücklich, nach mannigfaltigen Untersuchungen eine Brechung ohne Farben zu erhalten, und von dieser Zeit an begann eine neue glänzende Epoche für die Astronomie.

Im Jahr 1757 machte Dollond seine

ersten Versuche mit verschiedenen Glasarten, die nach ihrer verschiedenen Brechbarkeit so construirt und mit einander verbunden waren, daß sie ganz und gar keine Farben mehr dar, stellten. Von dem schwächer brechenden Kronglase (einem sehr reinen Crystallglase) bildete er eine convexe Linse, und von dem stärker brechenden schweren Flintglase oder Kieselglase (aus zermahlenen Feuersteinen und Mennige oder rothem Bleikalke verfertigt) bildete er eine concave Linse, die beide in unmittelbare Berührung mit einander gebracht wurden *). Die eine erhabene Fläche jener convexen Kronglas-Linse paßte genau in die Höhlung der concaven Flintglas-Linse.

Nicht gleich im Anfange zeigte sich dies Verfahren ganz vollkommen. Dollond hatte erst noch mit mancherlei Schwierigkeiten zu kämpfen. Aber durch anhaltende Geduld und

*) Flint heißt im Englischen ein Kiesel, ein Feuerstein. Davon ist der Name Flintglas entstanden.

Geschicklichkeit brachte er es doch endlich dahin, daß er seinen Zweck vollkommen erreichte. Er machte nämlich dioptrische Fernröhre von geringer Länge mit so großen Oeffnungen und Vergrößerungen, daß sie nach dem Urtheile der Kenner alles leisteten, was man nur von ihnen erwarten konnte. Sie stellten die Gegenstände sehr deutlich und mit ihrer wahren Farbe dar. Sie bekamen den Namen achromatische Fernröhre (oder Fernröhre mit achromatischen, d. h. farbenlosen Gläsern); nach ihrem Erfinder werden sie aber auch häufig Dollondsche Fernröhre genannt.

Dollonds Erfindung machte in dem Gebiete der Astronomie, der Naturlehre und der mechanischen Künste gleich viel Aufsehen. Dollond selbst hatte nicht die Verhältnisse bekannt gemacht, nach welchen die Gläser eingerichtet werden mußten, und Euler konnte sich anfangs nicht überzeugen, daß dem englischen Künstler die Versuche wirklich geglückt wären. Doch blieben auch ihm bald keine

Zweifel mehr übrig. Sowohl Euler, als auch Clairaut, d'Alembert, Klingenstierna und andere Mathematiker lieferten sinnreiche Theorien über die verschiedene Brechbarkeit des Lichts in den verschiedenen Arten von Linsengläsern. Diese Theorieen, glaubte man, würden die Künstler bei der Verfertigung der Gläser als sichere Anleitung benutzen können. Aber nicht blos Dollond selbst, sondern auch alle nachfolgende Künstler, welche in seine Fußstapfen traten, mußten gestehen, daß die Theorieen jener geschickten Mathematiker über diesen Gegenstand sich in der Praxis nicht allgemein anwenden ließen, weil in der Güte der Glasmassen so beträchtliche Abweichungen und Verschiedenheiten vorkommen.

Das Objectivglas der achromatischen Fernröhre haben Dollond und seine Nachfolger gewöhnlich auf zweierlei Art zusammengesetzt: entweder doppelt oder dreifach. Das doppelte Objectivglas besteht, wie schon oben erwähnt, aus einer hohlen Linse aus Flintglas

und aus einer erhabenen Linse aus Kronglas, welche vorn nach dem Objecte hin ganz nahe an die concave Linse gesetzt ist. Bei dem dreifachen Objectivglase ist das mittlere Glas, und zwar wieder das Flintglas, concav; die vordern und hintern Gläser aber sind convex und zwar von Kronglas. Durch eine solche Zusammensetzung des Objectivglases wird nicht blos die von der Farbenzerstreuung und von andern Umständen herrührende Undeutlichkeit gehoben, sondern die Fernröhre können nun auch für eine gewisse Wirksamkeit viel kürzer gemacht werden.

Noch vor wenigen Jahren konnten die Engländer allein gutes Flintglas machen. Die geschicktesten deutschen, französischen und andere Künstler, welche achromatische Fernröhre verfertigten, mußten das dazu nöthige Flintglas aus England kommen lassen. Jetzt aber läßt der ausgezeichnete deutsche Künstler Reichenbach in München, welchen man dreist dem allerberühmtesten Engländer zur Seite

stellen kann, Flintglas von einer Schönheit und Güte verfertigen, welche das beste englische noch übertrifft. Daraus fabricirt Reichenbach Objectivgläser von einer Größe und Trefflichkeit, wie sie vorher nie existirten. Denn sein Flintglas hat eine Reinheit, daß er daraus Objectiv-Linsen von 1 Fuß im Durchmesser (oder in der Breite) schleifen kann, welche nichts zu wünschen übrig lassen. Schon mehrere der berühmtesten Sternwarten Deutschlands sind mit solchen achromatischen Fernröhren versehen, welche entfernte Gegenstände, z. B. Sterne, so vergrößern und so deutlich darstellen, wie es Herschels Riesenteleskop nicht einmal zu thun im Stande ist.

Was die Spiegelteleskope betrifft, so schätzte man daran, vor der Zeit, wo die eben beschriebenen großen Verbesserungen der dioptrischen Fernröhre gemacht wurden, hauptsächlich die vereinigten Vortheile einer sehr weit zu treibenden Vergrößerung und eine im Verhältniß dieser Vergrößerung bequeme Kür-

ze des Instruments. Sie haben aber wieder die Unvollkommenheiten an sich, daß die metallenen Spiegel *) gar zu leicht anlaufen und dadurch unbrauchbar werden; ferner, daß man in ihnen nur ein kleines Gesichtsfeld hat und daß der beobachtete Gegenstand, wenn er nicht für sich stark leuchtend ist, nicht hell genug dargestellt wird, lauter Unvollkommenheiten, die ein gutes achromatisches Fernrohr nicht hat.

Das Newtonsche Spiegelteleskop, in welches man, wie weiter oben erwähnt, zur Seite hineinsieht, ist besonders seit den Verbesserungen, die Herschel mit ihm vorgenommen hat, sehr berühmt geworden, so berühmt, daß man ihm jetzt fast immer den Namen Herschelsches Teleskop giebt. Anfangs machte Herschel, gleich groß als Astronom und Mechanikus, 2, 10 bis 20 Fuß

*) Die schönen weißen Spiegel zu den Telescopen macht man aus einer Komposition von Kupfer, Zinn, etwas Silber, Wismuth und Arsenik. Die aus Platina sind noch besser, aber kostspieliger.

lange, und zwar mit parabolischen Hohlspiegeln, welche die Lichtstrahlen von den Gegenständen auffingen und sie vollkommner auf den, unter einem Winkel von 45 Graden gegen die Axe des Rohrs geneigten, kleinen ebenen Spiegel (Planspiegel) warfen, von wo sie nach dem Auge hin kamen. Aber endlich verfertigte er auch sein Riesenteleskop von 40 Fuß Länge.

Weil man in die Herschelschen (oder Newtonschen) Teleskope zur Seite hineinsieht, und weil das Rohr (auch wenn es nur einige Fuß lang ist), nach seiner Größe, eine ziemliche Dicke besitzt, so erleichtert man sich das Aufsuchen der zu beobachtenden Gegenstände durch ein anderes kleines mit der Axe des Rohrs gleichlaufend angebrachtes Fernrohr, welches Finder oder Sucher genannt wird. Ein solcher Finder vergrößert etwa nur 8 bis 14 mal.

In dem so höchst merkwürdigen vierzigfüßigen Herschelschen Teleskope wiegt der große Hohlspiegel 2118 Pfund. Hin-

ten ist dieser Spiegel 49½ und vorn in der polirten Fläche 48 Zoll breit. Seine Dicke beträgt 3½ Zoll. Der Durchmesser oder die Weite des von Eisenblech verfertigten Rohrs ist beinahe 5 Fuß. Erwachsene Menschen könnten also fast darin herumgehen. Der Hohlspiegel steht so, daß der Brennpunkt desselben, ohngefähr 4 Zoll von der untern Seite der Oeffnung des Rohrs entfernt, in die freie Luft geht. Dadurch gewann der Beobachter beim Hineinsehen Raum für denjenigen Theil des Kopfes, welcher über dem Auge sich befindet; und so werden nicht viele vom beobachteten Gegenstande zum Spiegel hinschießende Strahlen aufgehalten. Durch einen flachen an einen eisernen Rand gelötheten zinnernen Deckel kann der Spiegel genau bedeckt und verschlossen werden.

Wenn man Okulargläser von sehr kurzen Brennweiten in das Teleskop einsetzt, so ist das Instrument bald dahin zu bringen, daß es dreitausendmal vergrößert. Solche

Vergrößerungen wandte Herschel gewöhnlich nur bei Beobachtungen der Fixsterne an. Bei Planeten gebrauchte er nicht leicht eine Vergrößerung über 500 mal. Aber die sehr große Oeffnung bei diesem Teleskope gewährt wegen der ausserordentlichen Menge Licht, welche einfällt, eine ganz ungewöhnliche Helligkeit und Deutlichkeit.

Ein sehr wesentlicher Theil dieses riesenmäßigen Werkzeugs, welches in dem Garten der Sternwarte zu Greenwich steht, ist das Gestelle und die damit verbundene mechanische Vorkehrung, mittelst welcher es von der Hand eines Menschen sehr leicht nach horizontaler und vertikaler Richtung hingedreht werden kann. Auf die Vollendung solcher künstlicher Gestelle hatte Herschel schon damals sein Augenmerk gerichtet, als er blos sieben- und zehnfüßige Teleskope verfertigte. Das Gestelle zu dem vierzigfüßigen Instrumente aber erfüllte alles, was man nur von einer mechanischen Vorrichtung erwarten konnte.

Auch der berühmte Astronom Schröter zu Lilienthal bei Bremen verfertigte nachher große und treffliche Spiegelteleskope, unter andern ein sieben- und zwanzigfüßiges, welches jetzt auf der Göttinger Sternwarte sich befindet. Professor Schrader in Kiel machte bald darauf ein sechs und zwanzigfüßiges. Diese beiden Teleskope waren, und sind noch immer, die größten in Deutschland. Herschel, Schröter und Schrader, Astronomen und mechanische Künstler zugleich, mußten wohl etwas Ausgezeichnetes liefern. Denn wo Wissenschaften und Künste sich zugleich die Hände bieten, da kann man wohl auf etwas Gründliches und Gediegenes rechnen.

Sowohl bei dem Gregoryschen, als auch bei dem Cassegrainschen Teleskope, befindet sich das Okularglas in der Axe des Instruments; man sieht also vorn in dasselbe hinein, wie bei einem dioptrischen Fernrohre. Der nach der hintern Oeffnung und folglich auch nach dem zu beobachtenden Gegen-

stande hingerichtete Hohlspiegel, wirft die empfangenen Lichtstrahlen auf den vor ihn befindlichen kleinen krummen Spiegel, der bei dem Gregoryschen Teleskope gleichfalls ein Hohlspiegel, bei dem Cassegrainschen ein Convexspiegel ist. Dieser kleine Spiegel wirft die Lichtstrahlen durch die durchlochte Mitte des großen Hohlspiegels in das Okularglas und nach dem Auge hin. Gregory's Teleskop zeigt die Gegenstände aufrecht (und ist daher auch gut auf der Erde zu gebrauchen); Cassegrain's Teleskop zeigt sie verkehrt.

Der französische Mathematiker Montúcla räumte dem Cassegrainschen Teleskope deswegen Vorzüge vor dem Gregoryschen ein, weil es kürzer gemacht werden könnte, und weil es stärker vergrößerte, als dieses. Aber das Gregorysche giebt doch eine größere Deutlichkeit. Newton tadelte beide hauptsächlich wegen der Durchlochung des großen Hohlspiegels, wodurch der beste Theil des Spiegels verloren ging. Denn das beste Bild machen

diejenigen Strahlen, welche in die Mitte des Hohlspiegels fallen.

Vergleicht man übrigens ein Newtonsches, ein Gregorysches und ein Cassegrainsches Teleskop von einerlei Länge mit einander, so findet man, daß das Newtonsche am meisten vergrößert und auch noch andere unverkennbare Vorzüge besitzt. So vergrößert z. B. ein gut verfertigtes Newtonsches von 5 Fuß Länge etwa 313 mal, ein eben so langes Gregorysches 243 mal, ein Cassegrainsches 253 mal.

Da man bei dem Newtonschen Teleskope von der Seite hineinsieht, so gewährt dies besonders den Vortheil, daß man es auch zu Beobachtungen in großen Höhen sehr bequem gebrauchen kann. Hat man den Sucher des Newtonschen Teleskops in eine solche Lage gebracht, daß der zu beobachtende Gegenstand in die Mitte des Gesichtsfeldes kommt, so wird ihn auch das zur Seite in das Teleskop blickende Auge in der Mitte des Gesichtsfeldes sehen.

Haben nun auch die Spiegelteleskope durch die Erfindung und namentlich durch die neueste Reichenbachsche Vervollkommnung der achromatischen Fernröhre viel von ihrem ehemaligen Ansehen verloren, so bleiben sie doch noch immer sehr merkwürdige und schätzenswerthe astronomische Instrumente.

In einigen Fällen ist viel daran gelegen, durch ein Fernrohr einen größern Raum am Himmel zu übersehen, als es gewöhnlich geschieht. In diesen Fällen kommt es dann nicht so sehr auf die bedeutende Vergrößerung an; ja eine zu starke Vergrößerung kann zuweilen sogar (wie z. B. bei der Beobachtung des Kometenschweifes, Th. II. S. 268 f.) hinderlich seyn. Solche Fernröhre, die weniger vergrößern, aber desto mehr übersehen, und wegen ihrer großen Oeffnung Gegenstände, die nicht sehr leuchten, wie Kometen und Nebelflecken, leichter finden lassen, sind die Nachtfernröhre, Katzenaugen oder Kometensucher.

Bei allen Fernröhren ist es, zu einer genauen Beobachtung, durchaus nöthig, daß diese Instrumente eine sichere und feste Lage haben, daß man sie leicht und sanft regieren und in alle erforderliche Richtungen bringen, hauptsächlich auch, daß man ihnen nach Erforderniß ganz kleine Veränderungen ihrer Lage und Stellung geben kann. Daher müssen die Stative oder Gestelle der Fernröhre fest und dauerhaft seyn; sie dürfen nicht wanken, nicht zittern. Gewöhnlich besteht das Stativ aus drei starken, oben mit Gewinden (Charnieren) versehenen Füßen. In ihm ruht oben eine runde Säule, welche leicht und sanft gedreht, sowie auch an jeder beliebigen Stelle durch eine Stellschraube festgestellt werden kann. Oben hat die Säule ein starkes vertikales Gewinde, ebenfalls mit einer Stellschraube, und an letzterem Gewinde sitzt die Hülse oder Rinne, worin das Fernrohr liegt und worin es zugleich durch Bänder oder auf andere Weise befestigt ist. So läßt sich mittelst dieser Vorkehrungen

die Rinne sammt dem darin liegenden Fernrohre nach allen Gegenden hin drehen; es läßt sich dadurch höher und niedriger richten, zur Seite wenden und auch fest in dem einmal ihm gegebenen Stande erhalten.

Wie sehr dem Astronomen oft an einem festen, unerschütterlichen Stande seiner Instrumente, nicht blos der Fernröhre, sondern hauptsächlich auch mancher Winkelmesser, gelegen ist, beweisen die jetzigen trefflichen Sternwarten, in Deutschland z. B. diejenige zu Göttingen (deren Abbildung die Vignette des ersten Theils unseres Werks abgiebt) und die, der Göttinger sehr ähnliche, auf dem Seeberge bei Gotha. Hier stehen manche Instrumente in der obern Etage auf großen Felsenstücken oder Granitblöcken, welche vom Grunde aus so in die Höhe geführt sind, daß sie durchaus nicht weichen und nicht wanken können. Die Sternwarte hat auch eine runde gewölbte Kuppel, welche sich durch einen leichten Mechanismus um ihre Axe dre-

hen läßt, und hin und wieder vor gewissen Fenstern Läden, die sich durch einen Ruck oder Zug vorschieben und hinwegziehen lassen, wie man es gerade nöthig findet. Auf der Göttinger Sternwarte arbeiten jetzt die berühmten Astronomen Gauß und Harding, auf der Gothaer, wo ehedem der Hr. von Zach seine Beobachtungen anstellte, arbeitet jetzt der Herr von Lindenau.

Wenn es beim Gebrauch eines Fernrohrs die Umstände erlauben, so ist es immer besser, den zu beobachtenden Gegenstand durch das unbewegliche Feld des Fernrohrs gehen zu lassen, als dem Gegenstande in seiner Bewegung mit dem Fernrohre zu folgen. Außer der Bequemlichkeit, die jene Art der Bewegung giebt, erhält man zugleich ein weit sichereres und genaueres Resultat.

Vor unnöthigem Hin- und Hertragen muß man die Fernröhre so viel wie möglich bewahren. Am besten ist es immer, wenn man mit ihnen stets in freier Luft beobachtet. Denn

Gläser und Spiegel laufen an, wenn man sie in Luft von ungleichförmiger Temperatur bringt.

Ein doppeltes Fernrohr, in dessen beide Röhren man zu gleicher Zeit mit beiden Augen hineinsehen konnte, schlug schon Pater Rheita vor. Man suchte es nachher noch einigemal in Anwendung zu bringen, fand aber doch so viele Unvollkommenheiten und Unbequemlichkeiten dabei, daß man bald ganz von jenem Gedanken abkam.

Das Kulminationsinstrument oder Passageinstrument ist ein Fernrohr, welches sich genau in der Mittagsfläche bewegt. Ein Stern, der durch den vertikalen Faden (das Mikrometer) dieses Fernrohrs geht, passirt in demselben Augenblicke die Mittagsfläche. Soll zugleich die Höhe des Sterns gemessen werden, so muß das Fernrohr mit einem Quadranten verbunden seyn. — Sonst nennt man auch jeden Quadranten ein Passageinstrument, der in der Mittagsfläche steht und während der Beobachtung darin erhalten wird.

Die sogenannten Parallactischen Maschinen bestehen aus festen Stativen mit einem Fernrohre, das auf einer Säule ruht, welche mit der Weltaxe parallel, d. h. gegen den Horizont unter dem Winkel der Polhöhe geneigt ist und zugleich in der Mittagsfläche sich befindet. Mit der Säule läßt sich das Fernrohr zugleich umdrehen. Daher kommt dieses bei seiner Bewegung nie aus der Fläche des Parallelkreises, in welchem sich ein Weltkörper während der Beobachtung bewegt. Ist das Fernrohr auf der Säule rechtwinklicht gerichtet, so muß es bei seiner Umdrehung begreiflich im Aequator laufen. Denn die Säule bleibt ja nach dem Pole gerichtet, und 90 Grade vom Pole hinweg (das Maaß eines rechten Winkels) befindet sich der Aequator. Bei einer stärkern oder geringern Neigung des Fernrohrs stößt dieses also auf Parallelkreise und läuft bei seiner Umdrehung in Parallelkreisen (südlichen oder nördlichen, vom Aequator an gerechnet) herum.

Das scheibenförmige Charnier, welches den Tubus auf der Säule oder Axe dieses Instruments festhält, ist mit einem in Grade getheilten Kreise versehen, die Axe aber hat unten an ihrem Fuße einen Zeiger, welcher auf einem Gradbogen anzeigt, wie weit, durch Bewegung der Axe von Morgen gegen Abend, das Fernrohr von dem auf jenem Kreise bezeichneten Mittagscirkel abgewichen ist.

Der berühmte Astronom Cassini hat ein solches Instrument zuerst angegeben. Es kann, wie der Mechanikus Brander in Augsburg ein solches eingerichtet, auch beweglich seyn. Aber immer muß es, vor dem Gebrauch, mit der untern Scheibe genau in die Mittagslinie gestellt werden. Weiß man die Abweichung eines Weltkörpers, so kann man das Instrument schon bei Tage so richten, daß man des Nachts, bei Umdrehung der Axe, gewiß auf ihn treffen muß.

Eine ganz eigne Art von Fernrohr ist endlich noch das sogenannte Diplantidia-

nische. Aus dem Objectivglase desselben ist in der Mitte ein großes rundes Loch herausgedreht. In dem Loche, auch wohl vor demselben oder hinter demselben steht ein zweites Objectivglas von ebenderselben oder einer andern Brennweite, und in schicklicher Entfernung davon steht ein Mittelglas (ohngefähr wie in dem Erdfernrohr mit drei Gläsern) so, daß das aufrechte Bild, welches die beiden letzteren Gläser darstellen, genau in einerlei Entfernung falle und dieselbe Größe habe, wie das von dem ersten durchlöcherten Objectivglase gemachte verkehrte Bild.

So sieht man durch das Okularglas beide Bilder, z. B. des Mondes, zugleich, und zwar in einiger Entfernung von einander und so lange, als ihr östlicher Rand oder ihre östliche Gränzlinie noch etwas von der verlängerten gemeinschaftlichen Axe absteht. So wie der beobachtete Gegenstand fortrückt, so geht das aufrechte Bild von der einen, und das verkehrte von der andern Seite auf die Axe los;

beide laufen einander entgegen und vor einander vorbei.

Bei dem Eintritte des einen Bildes in das andere, und bei dem Austritte des einen aus dem andern, berühren sich die Ränder derselben; und wenn dies geschieht, so steht der vorangehende oder der nachfolgende Rand im Mittagskreise oder überhaupt in demjenigen Stundenkreise, worauf das Fernrohr gerichtet ist. In dem Augenblicke der völligen Deckung hingegen steht der Mittelpunkt darin.

Wenn man also die Axe dieses Fernrohrs in die Mittagsfläche bringt, so kann man die Zeit des Durchgangs durch die Mittagsfläche ohne die gewöhnliche Mikrometer-Vorrichtung (z. B. ohne das Fadenkreuz) beobachten. Dieser Durchgang wird nämlich in dem Augenblicke statt finden, wo beide Bilder sich decken.

So ist die gewöhnliche Erleuchtung der Fäden nicht nöthig, indem sonst über der Bemühung, Stern und Fadenkreuz zugleich sicht-

bar zu erhalten, oft manche Beobachtungen verloren gehen. Ferner erhält man den Durchgang unmittelbar, und hat dabei zugleich den Vortheil, denselben Durchgang auch aus den Rändern herzuleiten.

Auch den Durchgang der Sonne durch den Meridian würde man auf diese Art sehr genau beobachten können, wenn sie auch nur in diesem Augenblicke, und weder vorher, noch nachher, geschienen hätte. Ueberhaupt aber lassen sich mit diesem Instrumente wirklich alle mikrometrische (feine und subtile) Beobachtungen sehr bequem und genau anstellen.

Mancherlei Verbesserungen sind in der Folge mit diesem Instrumente noch vorgenommen worden. Z. B. statt das große Objectivglas zu durchbohren, verbindet man wohl zwei Converglåser von gleichen Brennweiten in einer Röhre so mit einander, daß ihre Entfernung von einander ihrer doppelten Brennweite gleich ist. Die Röhre selbst wird mitten vor das große achromatische Objectivglas

(welches einen größern Durchmesser hat) so gesetzt, daß von dem Objecte noch ausserhalb der Röhre Strahlen vorbei auf das große Objectivglas fallen können.

Wenn nun die Röhre mit den beiden Gläsern gegen einen entfernten Gegenstand gehalten wird, so macht das erste Glas ein verkehrtes Bild im Brennpunkte des zweiten. Die Strahlen dieses Bildes fallen demnach parallel auf das große Objectivglas und stellen im Brennpunkte desselben ein aufrechtes Bild dar. Diejenigen Strahlen des Gegenstandes aber, welche neben der Röhre vorbei blos auf den achromatischen Ring fallen, machen ein verkehrtes Bild in demselben Brennpunkte. — Man hat also auch hier wieder ein aufrechtes und ein verkehrtes Bild beisammen, welche man durch das Okularglas betrachtet.

Sollen die Gläser, sowohl bei diesen, als auch bei den gewöhnlichen und allen übri-

gen Arten von Fernröhren, die gehörigen Dienste thun, und die Bilder gut und deutlich darstellen, so müssen alle Gläser genau centrirt seyn, d. h. alle ihre Mittelpunkte müssen in einer und derselben geraden Linie, und zwar alle in der Axe der Röhre liegen.

Vier und zwanzigstes Kapitel.

Noch einige besondere Bemerkungen beim Gebrauch der Fernröhre.

Hat man zwei oder mehrere Fernröhre von verschiedenen Vergrößerungen, und man beobachtet einen Gegenstand, z. B. einen Himmelskörper damit, so nimmt man an den hellen und an den dunkeln Theilen des Gegenstandes folgenden Unterschied wahr. In einem Fernrohre, welches weniger vergrößert, scheint die Größe eines dunkeln Körpers, welcher in dem Raume eines erleuchteten steht (wie z. B. der Mond oder ein Planet vor der Sonne), ganz anders zu seyn, als wenn dieser Körper durch ein stärker vergrößerndes betrachtet wird; natürlich wegen des undeutlichern Sehens, wodurch wir die wahre Gränze

des Körpers in unserer Einbildung nicht ganz richtig bestimmen. So sieht auch durch ein solches Fernrohr am drei- oder viertägigen Monde der erleuchtete Theil, mit dem dunkeln verglichen, zu breit aus; und zwei Sterne scheinen näher an einander zu stehen, als sie wirklich sind. Auch scheinen dann oft zwei sehr nahe Sterne nur einen einzigen auszumachen, der aber heller, als jeder für sich allein ist. Kommt ein Stern sehr nahe an einen der größern Planeten, so kann er innerhalb des Planeten selbst zu stehen scheinen, und es kann dann aussehen, als wenn der Planet durchsichtig wäre und der Stern durch ihn hindurch gesehen würde. Endlich kann auch ein durch das Fernrohr betrachteter Stern, wenn das Instrument oder das Auge des Observators nicht recht gut ist, in die Mondsscheibe zu treten scheinen; u. dgl.

Werden an einerlei Orte mit Fernröhren von verschiedenen Vergrößerungen Beobachtungen vorgenommen, so können gleichfalls man-

che ihrer Resultate von einander abweichen. So können daselbst unter andern zwei Observators zweierlei Zeiten ihrer Beobachtungen erhalten. So ist z. B. bei Mondfinsternissen (Th. II. S. 80 f.) der wahre Schatten vom Halbschatten durch längere Fernröhre schwerer, als durch kürzere zu unterscheiden. Und doch kommt es darauf an, die Zeit genau zu wissen, wo der wahre Schatten die vornehmsten Flecken des Mondes trifft und wieder verläßt. Der Grund von jenem Unterschiede ist derselbe, warum man durch bloße gute Augen, ohne Fernrohr, den Anfang einer Finsterniß früher entdeckt, als durch das Fernrohr, weil dieses die dunkeln Punkte des Mondes von einander entfernt, und folglich den Halbschatten unkenntlich macht, den man mit bloßen Augen oft schon lange vor dem Anfange der Finsterniß entdeckt.

So können auch bei Beobachtung der Finsternisse der Jupiterstrabanten die Fernröhre von verschiedener Größe andere Zeiten geben.

Die verschiedene Beschaffenheit der Luft, die eine Verschiedenheit in der Strahlenbrechung erzeugt, kann freilich ebenfalls das ihrige dazu beitragen.

Ueberhaupt kommt in Hinsicht der Schärfe der Beobachtung nicht wenig auf die Uebung des Auges an. Je mehr dieses an Beobachtungen gewöhnt ist, desto richtiger können letztere auch ausfallen.

Bayerische Staatsbibliothek München

Taf I.

Fig. 2.

Taf. II.

Fig. 2.

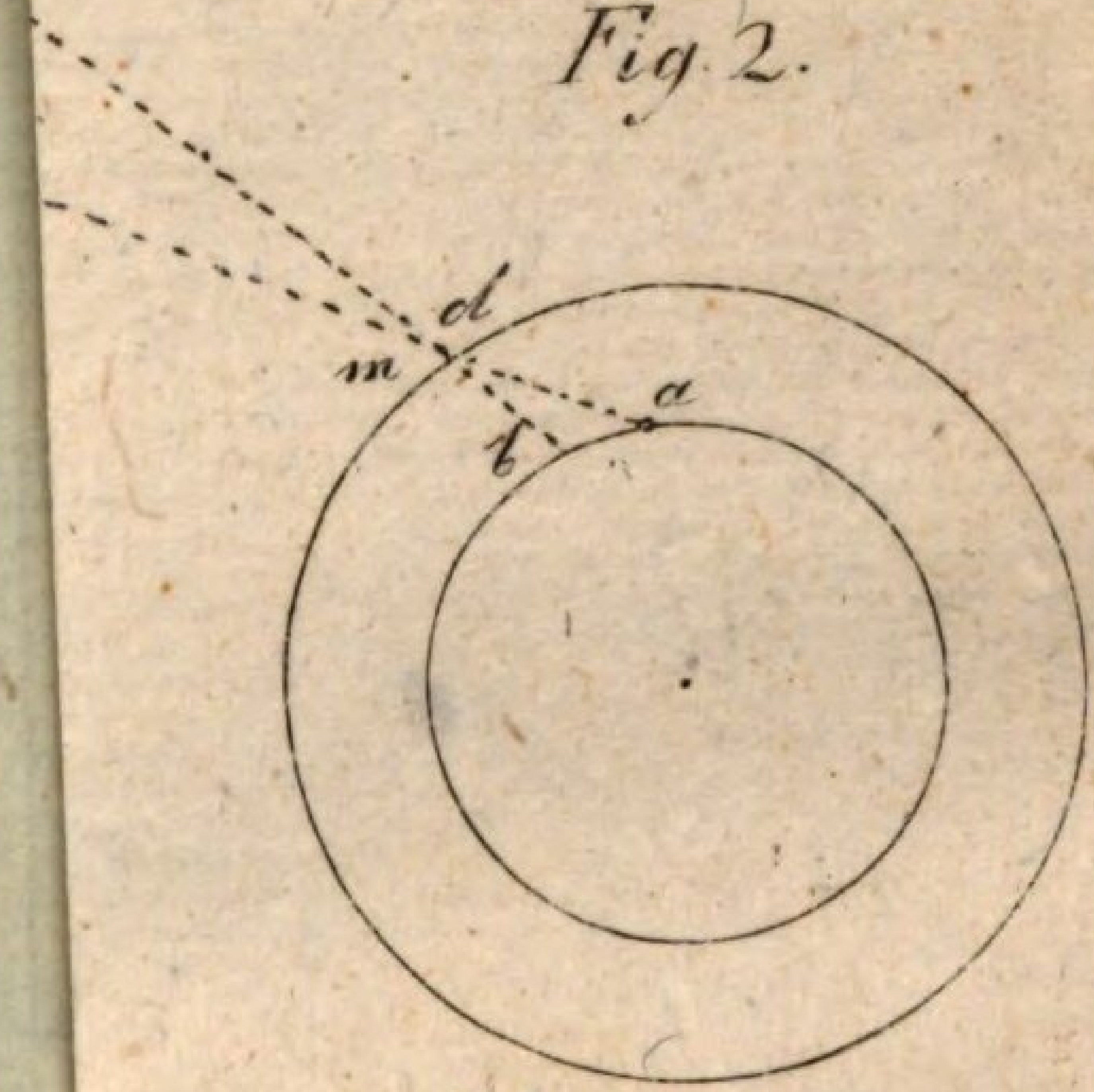
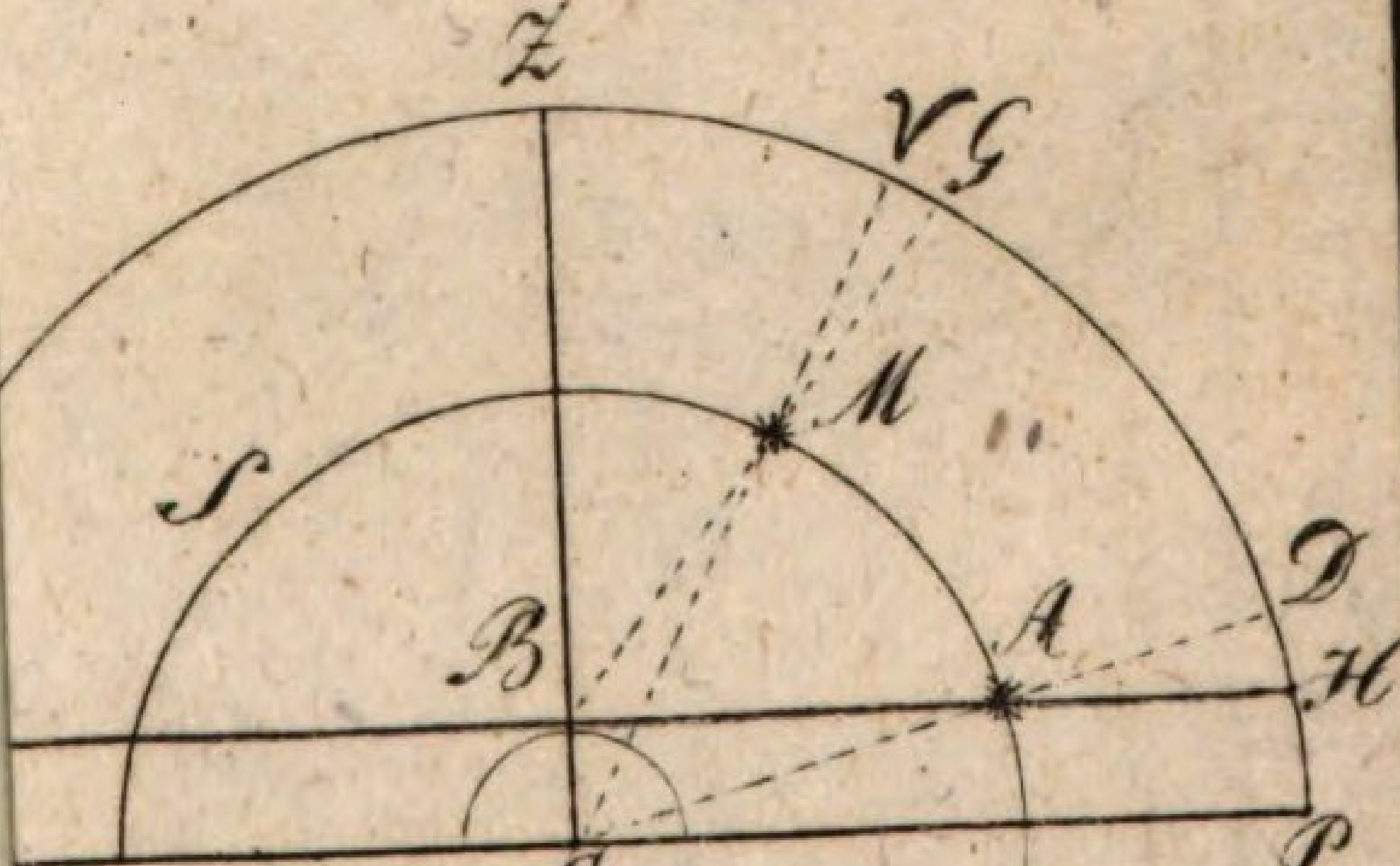


Fig. 4



Taf. III.

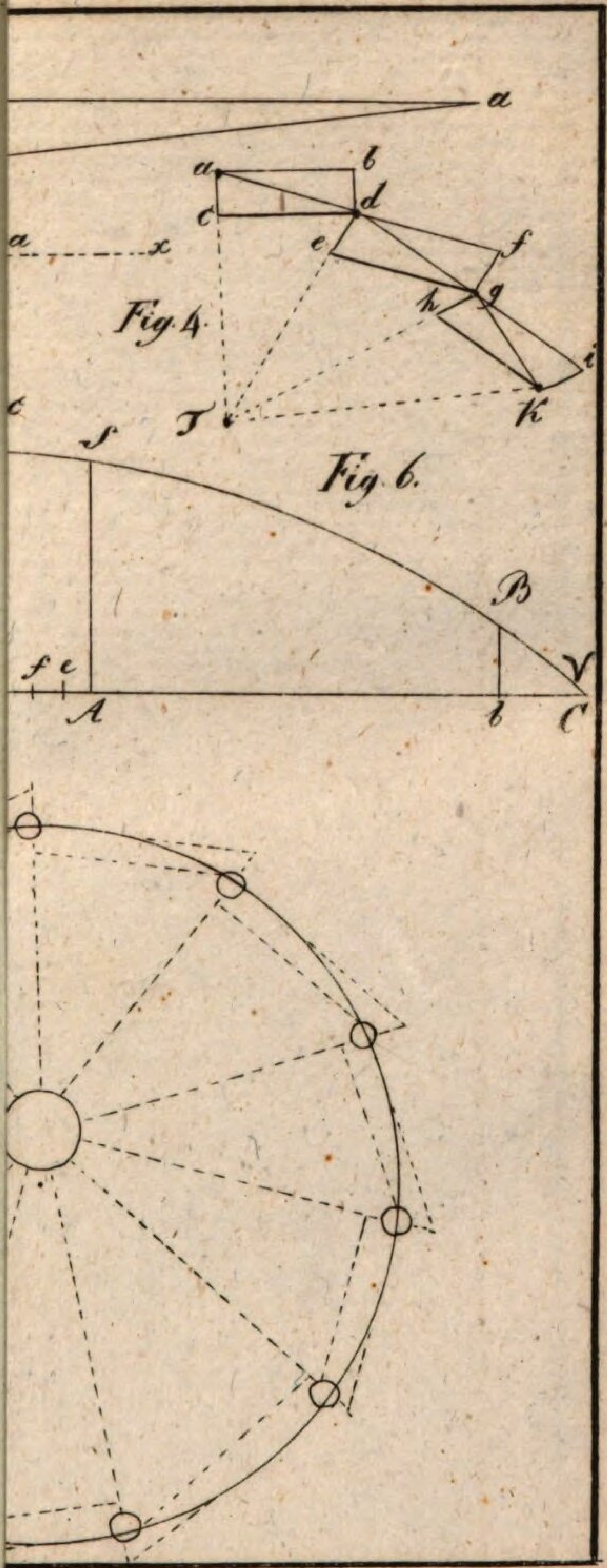


Fig. 4.

Fig. 6.

Taf. IV

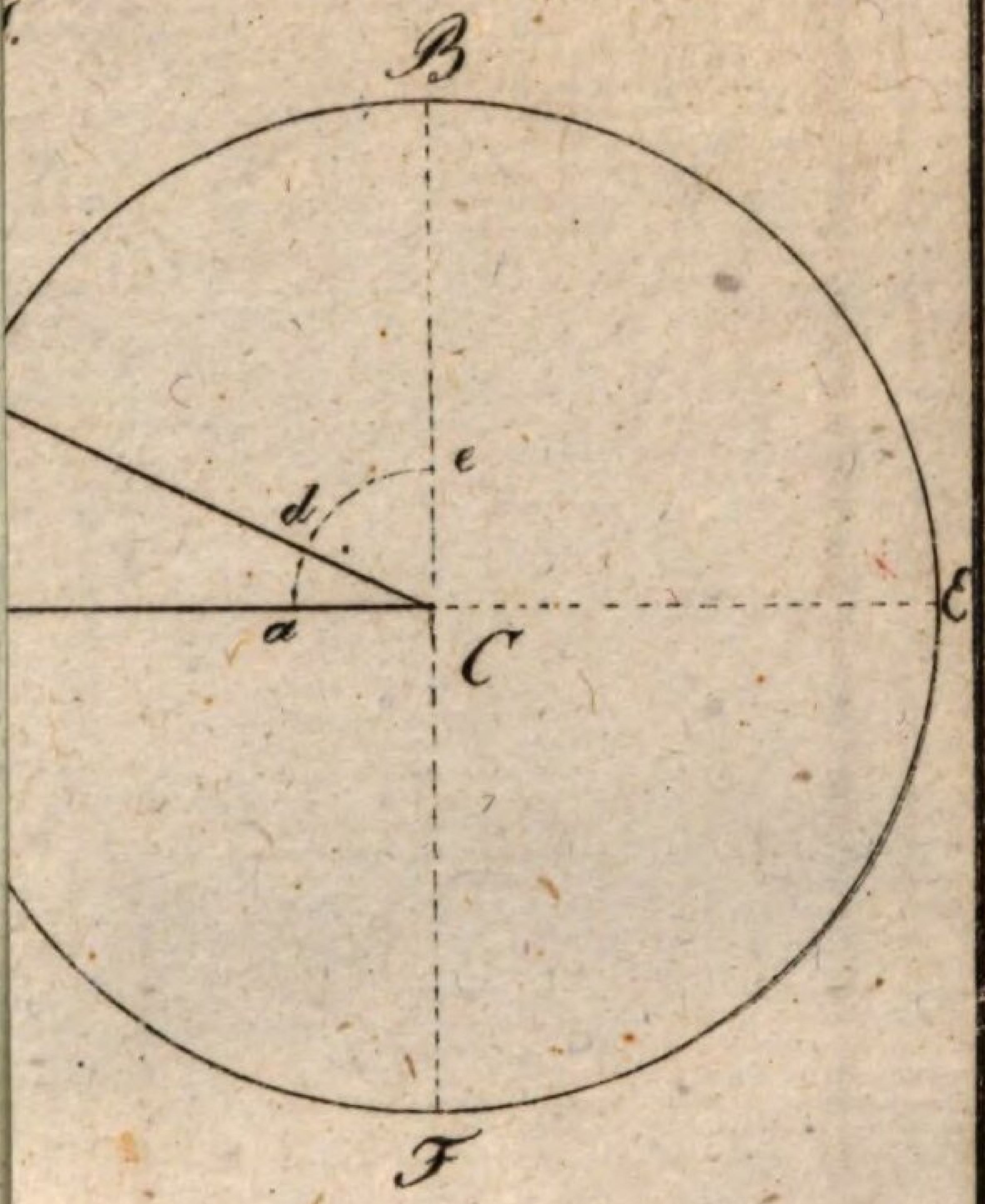
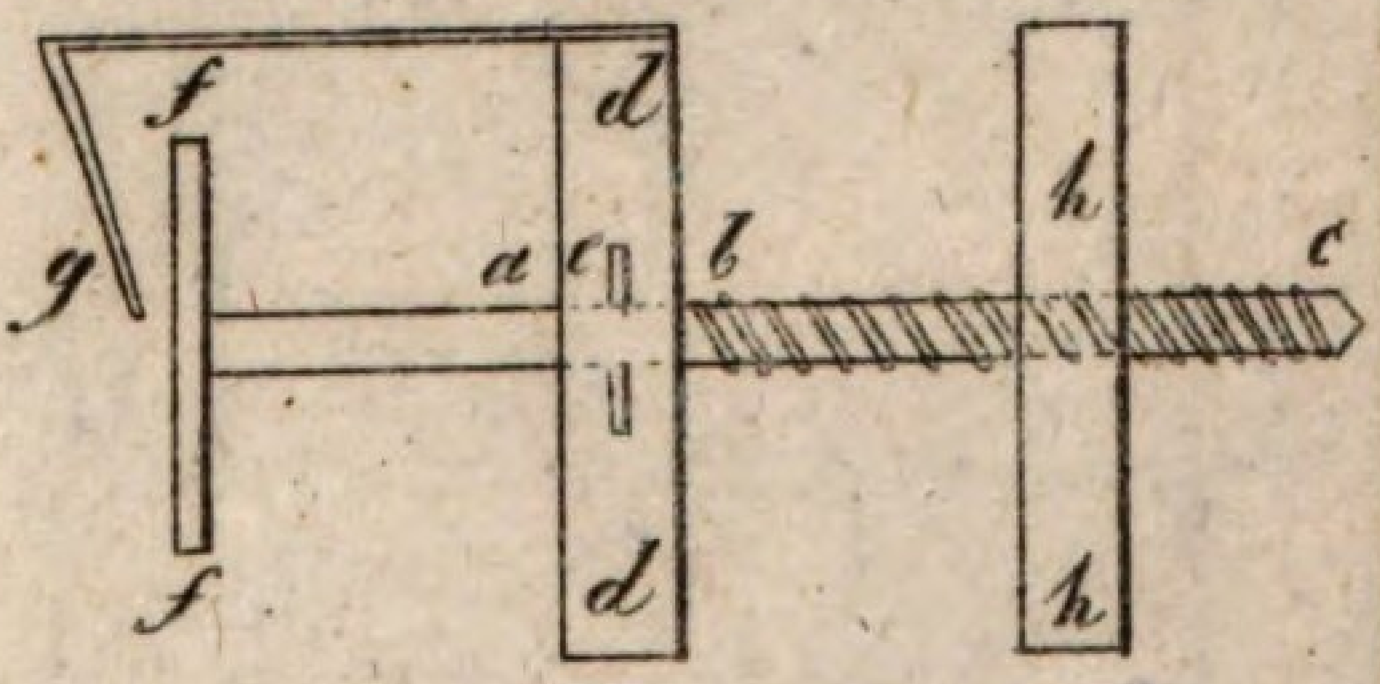


Fig. 4.



Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Poppe, Johann Heinrich Moritz <<von>>,

Der astronomische Jugendfreund oder faßliche und unterhaltende Darstellung der Sternkunde für die Jugend und die Gebildeten beiderlei Geschlechts

Bd.: 3

Tübingen (1822)

Bibl.Mont. 3709-3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10723472-5